Protection des réseaux électriques

Sepam série 80
Fonctions de protection, mesure et commande

Manuel d'utilisation
06/2010





Consignes de sécurité

Messages et symboles de sécurité

Veuillez lire soigneusement ces consignes et examiner l'appareil afin de vous familiariser avec lui avant son installation, son fonctionnement ou son entretien. Les messages particuliers qui suivent peuvent apparaître dans la documentation ou sur l'appareil. Ils vous avertissent de dangers potentiels ou attirent votre attention sur des informations susceptibles de clarifier ou de simplifier une procédure.



Symbole ANSI.



Symbole CEI.

Risque de chocs électriques

La présence d'un de ces symboles sur une étiquette de sécurité "Danger" ou "Avertissement" collée sur un équipement indique qu'un risque d'électrocution existe, pouvant provoquer la mort ou des lésions corporelles si les instructions ne sont pas respectées.



Alerte de sécurité

Ce symbole est le symbole d'alerte de sécurité. Il sert à alerter l'utilisateur de risques de blessures corporelles et l'inviter à consulter la documentation. Respectez toutes les consignes de sécurité données dans la documentation accompagnant ce symbole pour éviter toute situation pouvant entraîner une blessure ou la mort.

Messages de sécurité

⚠ DANGER
DANGER indique une situation dangereuse entraînant la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.

⚠ AVERTISSEMENT
AVERTISSEMENT indique une situation présentant des risques susceptibles de **provoquer** la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.

⚠ ATTENTION
ATTENTION indique une situation potentiellement dangereuse et susceptible d'**entraîner** des lésions corporelles ou des dommages matériels.

ATTENTION
ATTENTION utilisé sans le symbole d'alerte de sécurité indique une situation potentiellement dangereuse et susceptible d'**entraîner** des dommages matériels.

Remarques importantes

Réserve de responsabilité

L'entretien du matériel électrique ne doit être effectué que par du personnel qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation. Ce document n'a pas pour objet de servir de guide aux personnes sans formation.

Fonctionnement de l'équipement

L'utilisateur a la responsabilité de vérifier que les caractéristiques assignées de l'équipement conviennent à son application.L'utilisateur a la responsabilité de prendre connaissance des instructions de fonctionnement et des instructions d'installation avant la mise en service ou la maintenance, et de s'y conformer. Le non-respect de ces exigences peut affecter le bon fonctionnement de l'équipement et constituer un danger pour les personnes et les biens.

Mise à la terre de protection

L'utilisateur a la responsabilité de se conformer à toutes les normes et à tous les codes électriques internationaux et nationaux en vigueur concernant la mise à la terre de protection de tout appareil.

Sommaire général

Sommaire

Guide de choix par application

Le guide de choix par application vous propose le ou les types de Sepam adaptés à votre besoin de protection, à partir des caractéristiques de votre application. Les applications les plus typiques sont présentées avec le type de Sepam associé.
Chaque exemple d'application est décrit :

■ par un schéma unifilaire précisant :
□ l'équipement à protéger
□ la configuration du réseau
□ la position des capteurs de mesure
■ par les fonctions standard et spécifiques de Sepam à mettre en oeuvre pour protéger l'application concernée.

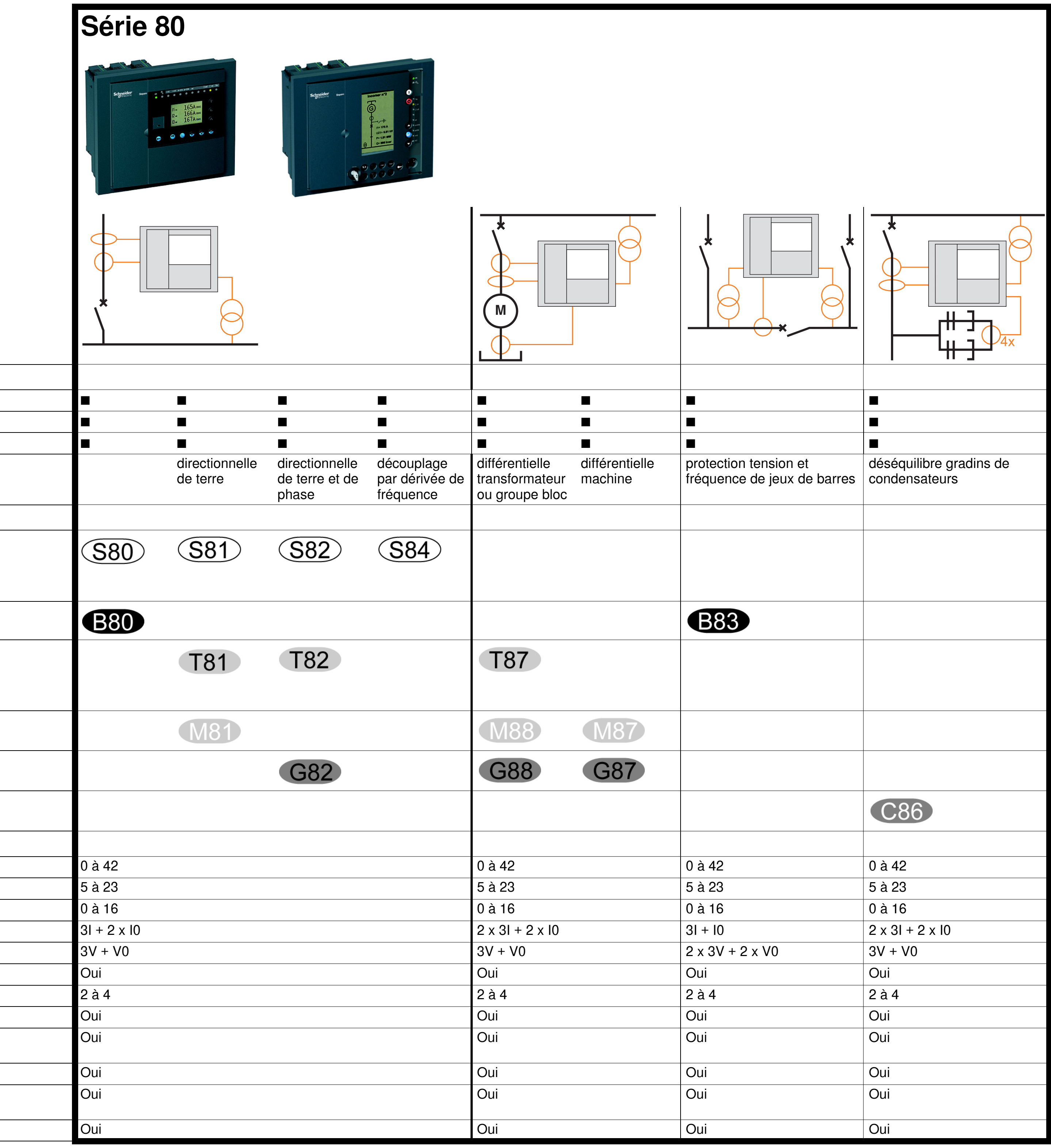
		Série 20				Série 40			
Protections									
	Courant	■	■			■	■	■	■
	Tension			■	■	■	■		■
	Fréquence			■	■	■	■		■
	Spécifiques		défaillance disjoncteur		découplage par dérivée de fréquence		directionnelle de terre		directionnelle de terre et de phase
Applications									
Sous-station		S20	S24			S40 S50 [4]	S41 S51 [4]	S43 S53 [4]	S42 S52 [4]
Jeu de barres				B21	B22				
Transformateur		T20	T24			T40 T50 [5]			T42 T52 [5]
Moteur		M20					M41		
Générateur						G40			
Condensateur									

Caractéristiques		Série 20	Série 20	Série 40
Entrées/Sorties logiques	Entrées	0 à 10	0 à 10	0 à 10
	Sorties	4 à 8	4 à 8	4 à 8
Sondes de température		0 à 8	0 à 8	0 à 16
Voie	Courant	3I + I0	–	3I + I0
	Tension	–	3V + V0	3V
	LPCT [1]	Oui	–	Oui
Ports de communication		1 à 2	1 à 2	1 à 2
Contrôle	Matrice [2]	Oui	Oui	Oui
	Editeur d'équation logique	–	–	Oui
	Logipam [3]	–	–	–
Autres	Cartouche mémoire avec réglages	–	–	–
	Pile de sauvegarde	–	–	–

(1) LPCT : capteur de courant à sortie en tension conforme à la norme CEI 60044-8.
(2) Matrice de commande permettant une affection simple des informations issues des fonctions de protection, commande et de surveillance.
(3) Logipam : environnement de programmation PC de type langage à contact pour une utilisation étendue des fonctions du Sepam série 80.
(4) Les applications S5X sont identiques aux applications S4X avec les fonctions suivantes en plus :
■ désensibilisation de la protection à maximum de courant phase et terre,
■ détection de rupture de conducteur,
■ localisation de défaut.
(5) Les applications T5X sont identiques aux applications T4X avec les fonctions suivantes en plus :
■ désensibilisation de la protection à maximum de courant phase et terre,
■ détection de rupture de conducteur.

La liste des fonctions de protection est donnée à titre indicatif.
Les mises à la terre directes ou par impédances ont été représentées par un même pictogramme, c'est à dire par un schéma de liaison directe à la terre.

Série 80



	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■
		directionnelle de terre	directionnelle de terre et de phase	découplage par dérivée de fréquence	différentielle transformateur ou groupe bloc	différentielle machine	protection tension et fréquence de jeux de barres	déséquilibre gradins de condensateurs
	S80	S81	S82	S84				
	B80						B83	
		T81	T82		T87			
		M81			M88	M87		
			G82		G88	G87		
								C86
	0 à 42				0 à 42		0 à 42	0 à 42
	5 à 23				5 à 23		5 à 23	5 à 23
	0 à 16				0 à 16		0 à 16	0 à 16
	3I + 2 x I0				2 x 3I + 2 x I0		3I + I0	2 x 3I + 2 x I0
	3V + V0				3V + V0		2 x 3V + 2 x V0	3V + V0
	Oui				Oui		Oui	Oui
	2 à 4				2 à 4		2 à 4	2 à 4
	Oui				Oui		Oui	Oui
	Oui				Oui		Oui	Oui
	Oui				Oui		Oui	Oui
	Oui				Oui		Oui	Oui
	Oui				Oui		Oui	Oui

Toutes les informations relatives à la gamme Sepam sont présentées dans les documents suivants :
- *le catalogue Sepam, référence SEPED303005FR*
- *le manuel d'utilisation Sepam série 20, référence PCRED301005FR*
- *le manuel d'utilisation Sepam série 40, référence PCRED301006FR*
- *le manuel d'utilisation des fonctions Sepam série 80, référence SEPED303001FR*
- *le manuel d'utilisation de la communication Modbus Sepam série 80, référence SEPED303002FR*
- *le manuel d'installation et d'exploitation Sepam série 80, référence SEPED303003FR*
- *le manuel d'utilisation de la communication DNP3 Sepam, référence SEPED305001FR*
- *le manuel d'utilisation de la communication CEI 60870-5-103 Sepam, référence SEPED305002FR*
- *le manuel d'utilisation de la communication CEI 61850 Sepam, référence SEPED306024FR.*

Fonctions de protection utilisables en basse tension

Régimes de neutre en basse tension

Il existe 4 régimes de neutre en basse tension (BT) désigné par un sigle de 2 ou 3 lettres :

- TN-S,
- TN-C,
- TT,
- IT.

La signification des lettres composant le sigle est la suivante :

Lettre		Signification
Première lettre		**Point neutre du transformateur**
	I	Relié à la terre par une impédance
	T	Relié directement à la terre
Deuxième lettre		**Masses électriques des récepteurs**
	T	Reliées à la terre
	N	Reliées au conducteur de neutre
Troisième lettre (facultative)		**Conducteur de protection**
	S	Conducteur de neutre N et conducteur de protection PE séparés
	C	Conducteur de neutre N et conducteur de protection PE confondus (PEN)

Fonctions de protection utilisables en basse tension

Compatibilité des fonctions de protection de Sepam en basse tension

Les fonctions de protection de Sepam sont utilisables en basse tension (BT) sous réserve de respecter les conditions suivantes :

- Le circuit de distribution doit être d'un calibre supérieur à 32 A.
- L'installation doit respecter la norme CEI 60364.

Pour toutes informations complémentaires sur la compatibilité en basse tension des fonctions de protection de Sepam, veuillez contacter le support technique de Schneider Electric.

Le tableau suivant liste les fonctions de protection de Sepam utilisables en basse tension suivant le régime de neutre utilisé. Les fonctions de protection de Sepam non listées dans ce tableau ne sont pas utilisables en basse tension.

Protections	Code ANSI	Régime de neutre				Commentaire
		TN-S	TN-C	TT	IT	
Maximum de courant phase	50/51	■	■	■	■	Conducteur de neutre non protégé
Maximum de courant terre / Terre sensible	50N/51N	■	■	■	(1)	
Maximum de courant terre / Terre sensible	50G/51G	■	■	■	(3)	
Maximum de composante inverse	46	■	■	■	■	Seuil à adapter au déséquilibre de phase
Image thermique câble/machine/condensateur	49RMS	■	■	■	■	Conducteur de neutre non protégé
Différentielle de terre restreinte	64REF	■	■	■	(3)	
Différentielle transformateur (2 enroulements)	87T	■	■	■	■	
Maximum de courant phase directionnelle	67	■	■	■ (4)	■ (4)	
Maximum de courant terre directionnelle	67N/67NC					Incompatible avec les schémas BT (4 fils)
Maximum de puissance active directionnelle	32P	■	■	(2)	(2)	
Maximum de puissance réactive directionnelle	32Q	■	■	(2)	(2)	
Minimum de tension (L-L ou L-N)	27	■	■	■	■	
Minimum de tension rémanente	27R	■	■	■	■	
Maximum de tension (L-L ou L-N)	59	■	■	■	■	
Maximum de tension résiduelle	59N	■	■	(4)	(4)	Tension résiduelle non disponible avec 2 TP
Maximum de tension inverse	47	■	■	■	■	
Maximum de fréquence f	81H	■	■	■	■	
Minimum de fréquence f	81L	■	■	■	■	
Dérivée de fréquence f	81R	■	■	■	■	
Contrôle de synchronisme	25	■	■	■	■	

■ *: fonction de protection utilisable en basse tension*

(1) Déconseillé même sur le deuxième défaut.
(2) Méthode des 2 wattmètres non adaptée aux charges déséquilibrées.
(3) Courant différentiel résiduel trop petit en IT.
(4) 2 TP entre phases.

1

La gamme de relais de protection Sepam est destinée à l'exploitation des machines et des réseaux de distribution électrique des installations industrielles et des sous-stations des distributeurs d'énergie pour tous les niveaux de tension.
Elle se décompose en 3 familles
- *Sepam série 20*
- *Sepam série 40*
- *Sepam série 80*

pour couvrir tous les besoins, du plus simple au plus complet.

PE80324



Sepam série 80 avec IHM avancée intégrée.

Sepam série 80, des solutions intelligentes pour des applications personnalisées

Spécialement étudié pour répondre aux clients exigeants des grands sites industriels, Sepam série 80 apporte des solutions éprouvées pour la distribution électrique et pour la protection des machines.

Caractéristiques principales

■ protection des réseaux en boucle fermée ou avec arrivées en parallèle par protection et sélectivité logique directionnelles
■ protection contre les défauts terre par protection directionnelle adaptée à tous les systèmes de mise à la terre du neutre impédant, isolé ou compensé par protection directionnelle terre
■ protection complète des transformateurs et groupes-blocs
□ protection différentielle sensible et stable grâce à un système de retenue à réseau de neurones
□ associée à toutes les fonctions de protection de secours nécessaires
■ protection complète des moteurs et des générateurs
□ contre les défauts internes :
- protection différentielle machine, sensible et stable, avec retenue au démarrage et sur perte capteurs
- perte d'excitation, défaut masse stator, etc.
□ contre les défauts liés au réseau ou au process : perte de synchronisme, contrôle de la vitesse, mise sous tension accidentelle, etc.
■ contrôle du synchronisme entre 2 réseaux à coupler
■ mesure du taux de distorsion harmonique sur le courant et la tension, pour évaluer la qualité de l'énergie du réseau
■ 42 entrées / 23 sorties pour assurer la commande intégrale de l'équipement
■ interface homme-machine synoptique pour la commande locale de l'appareillage
■ logiciel SFT2841 de paramétrage et d'exploitation, outil simple et complet indispensable à chaque utilisateur de Sepam :
□ préparation assistée des paramètres et des réglages
□ information complète lors de la mise en service
□ gestion et diagnostic à distance de l'équipement en exploitation
■ éditeur d'équations logiques intégré au logiciel SFT2841, pour adapter les fonctions de commande prédéfinies
■ logiciel SFT2885 de programmation (Logipam) en option, pour programmer des fonctions de commande et de surveillance spécifiques
■ 2 ports de communication, pour intégration de Sepam dans 2 réseaux distincts, ou dans des architectures redondantes
■ cartouche mémoire amovible pour remise en service rapide après remplacement d'une unité de base défectueuse
■ pile de sauvegarde pour conservation des données historiques et des enregistrements d'oscilloperturbographie.

Guide de choix

La famille Sepam série 80 se décompose en 16 types pour proposer la solution adaptée exactement à chaque application.

Protections spécifiques disponibles	Applications					
	Sous-station	Transfor-mateur	Moteur	Générateur	Jeu de barres	Conden-sateur
	S80				B80	
Directionnelle de terre	S81	T81	M81			
Directionnelle de terre et de phase	S82	T82		G82		
Contrôle des 3 tensions phase sur 2 jeux de barres					B83	
Dérivée de fréquence	S84					
Déséquilibre gradins de condensateurs						C86
Différentielle transformateur ou machine		T87	M87	G87		
Différentielle pour groupe bloc (machine + transformateur)			M88	G88		

Architecture modulaire

Flexibilité et évolutivité

Pour s'adapter au plus grand nombre de situations, et permettre une évolution ultérieure de l'installation, l'enrichissement fonctionnel de Sepam est possible à n'importe quel moment par l'ajout de modules optionnels.

1 **Unité de base avec différents types d'Interface Homme-Machine (IHM) :**
■ IHM synoptique intégrée
■ IHM avancée intégrée ou déportée.

2 **Paramètres et réglages sauvegardés sur cartouche mémoire amovible.**

3 **42 entrées logiques et 23 sorties à relais** avec 3 modules optionnels de 14 entrées et 6 sorties.

4 **2 ports de communication indépendants**
■ Raccordement :
□ direct sur réseau RS 485 2 fils, RS 485 4 fils ou fibre optique
□ sur réseau Ethernet TCP/IP via serveur Ethernet PowerLogic (Transparent Ready^{TM}).
■ Protocoles :
□ DNP3 et CEI 60870-5-103 avec interface de communication ACE969
□ CEI 61850 et Modbus TCP avec interface de communication ACE850.

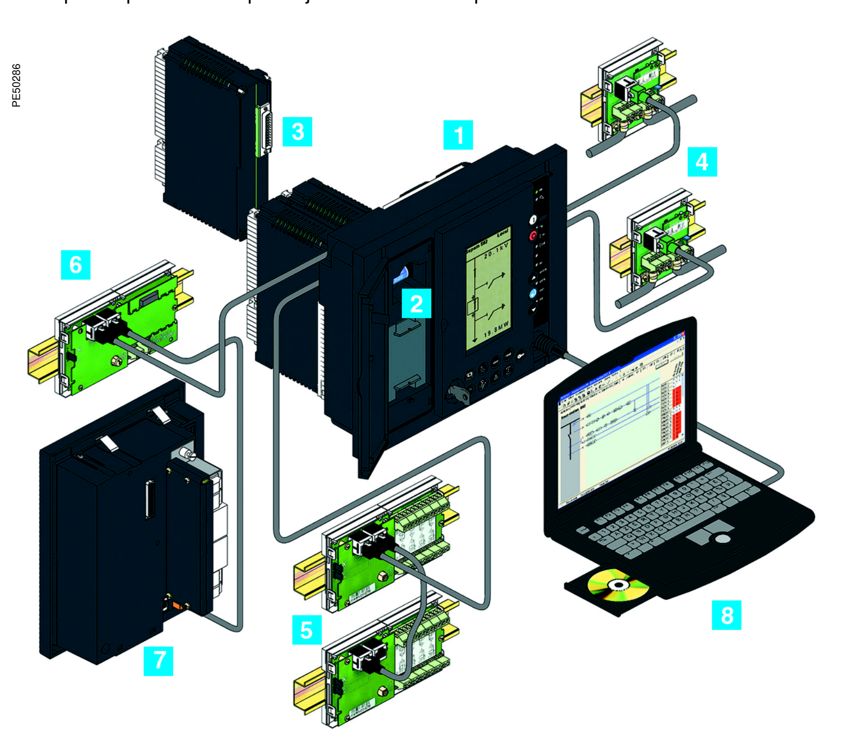
5 **Traitement de 16 sondes de températures,** Pt100, Ni100 ou Ni120.

6 **1 sortie analogique bas niveau,** 0-10 mA, 4-20 mA ou 0-20 mA.

7 **Module contrôle de synchronisme**

8 **Outil logiciels :**
■ paramétrage du Sepam, réglage des protections et adaptation des fonctions prédéfinies
■ exploitation locale ou à distance de l'installation
■ programmation de fonctions spécifiques (Logipam)
■ récupération et visualisation des enregistrements d'oscillographie.

PE50286



Facilité d'installation

■ unité de base compacte et légère
■ intégration de Sepam facilitée par ses capacités d'adaptation :
□ tension d'alimentation universelle de Sepam et de ses entrées logiques : 24 à 250 V CC
□ courants phase mesurés indifféremment par transformateurs de courant 1 A ou 5 A, ou par capteurs de type LPCT (Low Power Current Transducers)
□ courant résiduel calculé ou mesuré par différents montages, à choisir en fonction du besoin
■ modules déportés communs à tous les Sepam et simples à mettre en œuvre :
□ montage sur rail DIN
□ raccordement à l'unité de base Sepam grâce à des câbles préfabriqués.

Mise en service assistée

■ mise en œuvre des fonctions prédéfinies par simple paramétrage
■ logiciel de paramétrage sur PC SFT2841 commun à tous les Sepam, convivial et puissant, pour disposer de toutes les possibilités de Sepam.

Utilisation intuitive

■ Interface Homme-Machine avancée intégrée ou déportée, pour être installée à l'endroit le plus commode pour l'exploitant
■ Interface Homme-Machine synoptique intégrée pour la commande locale de l'appareillage
■ Interface Homme-Machine ergonomique, avec accès direct aux informations
■ présentation claire sur un écran LCD graphique de toutes les informations nécessaires à l'exploitation locale et au diagnostic de l'installation
■ langue d'exploitation personnalisable pour être comprise par tous.

Tableau de choix

		Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
Protections	**Code ANSI**	**S80**	**S81**	**S82**	**S84**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**	**B80**	**B83**	**C86**
Maximum de courant phase (1)	50/51	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Maximum de courant terre / Terre sensible (1)	50N/51N 50G/51G	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Défaillance disjoncteur	50BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maximum de composante inverse	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Image thermique câble	49RMS		1	1	1												
Image thermique machine (1)	49RMS					2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Image thermique condensateur	49RMS																1
Déséquilibre gradins de condensateurs	51C																8
Différentielle de terre restreinte	64REF					2	2	2				2		2			
Différentielle transformateur (2 enroulements)	87T							1			1			1			
Différentielle machine	87M									1			1				
Maximum de courant phase directionnelle (1)	67			2	2		2	2				2	2	2			
Maximum de courant terre directionnelle (1)	67N/67NC		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Maximum de puissance active directionnelle	32P		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Maximum de puissance réactive directionnelle	32Q								1	1	1	1	1	1			
Minimum de puissance active directionnelle	37P				2							2					
Minimum de courant phase	37								1	1	1						
Démarrage trop long, blocage rotor	48/51LR								1	1	1						
Limitation du nombre de démarrages	66								1	1	1						
Perte d'excitation (minimum d'impédance)	40								1	1	1	1	1	1			
Perte de synchronisme	78PS								1	1	1	1	1	1			
Maximum de vitesse (2 seuils) (2)	12								□	□	□	□	□	□			
Minimum de vitesse (2 seuils) (2)	14								□	□	□	□	□	□			
Maximum de courant à retenue de tension	50V/51V											2	2	2			
Minimum d'impédance	21B											1	1	1			
Mise sous tension accidentelle	50/27											1	1	1			
Minimum de tension résiduelle harmonique 3 / 100 % masse stator	27TN/64G2 64G											2	2	2			
Surfluxage (V / Hz)	24							2				2	2	2			
Minimum de tension (L-L ou L-N)	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Minimum de tension directe	27D	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minimum de tension rémanente	27R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de tension (L-L ou L-N)	59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Maximum de tension résiduelle	59N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de tension inverse	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de fréquence	81H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minimum de fréquence	81L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Dérivée de fréquence	81R				2												
Réenclencheur (4 cycles) (2)	79	□	□	□	□												
Thermostat / Buchholz (2)	26/63					□	□	□	□		□	□		□			
Surveillance température (16 sondes) (3)	38/49T					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
Contrôle de synchronisme (4)	25	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
Commande et surveillance																	
Commande disjoncteur / contacteur	94/69	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Automatisme de transfert de sources (ATS) (2)		□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
Délestage / redémarrage automatique									■	■	■						
Désexcitation												■	■	■			
Arrêt groupe												■	■	■			
Commande gradins de condensateurs (2)																	□
Sélectivité logique (2)	68	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Accrochage / acquittement	86	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Signalisation	30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Basculement jeux de réglages		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adaptation par équations logiques		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Programmation par Logipam (Langage à contacts)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Les chiffres indiquent le nombre d'exemplaires de fonctions de protection disponibles.
■ de base, □ en option.
***(1)** Fonction de protection disposant de 2 jeux de réglages.*
***(2)** Selon paramétrage et modules optionnels d'entrées sorties MES120.*
***(3)** Avec module optionnel d'entrées température MET148-2.*
***(4)** Avec module optionnel pour contrôle de synchronisme MCS025.*
***(5)** Avec interface de communication ACE949-2, ACE959, ACE937, ACE969TP-2 ou ACE969FO-2.*
***(6)** Avec interface de communication ACE850TP ou ACE850FO.*

Tableau de choix

	Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
Mesures	**S80**	**S81**	**S82**	**S84**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**	**B80**	**B83**	**C86**
Courant phase RMS I1,I2,I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant résiduel mesuré I0, calculé I0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant moyen I1, I2, I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maximètre courant IM1,IM2,IM3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant résiduel mesuré I'0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Tension U21, U32, U13, V1, V2, V3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension résiduelle V0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension directe Vd / sens de rotation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension inverse Vi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fréquence	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance active P, P1, P2, P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance réactive Q, Q1, Q2, Q3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance apparente S, S1, S2, S3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maximètre de puissance PM, QM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Facteur de puissance	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energie active et réactive calculée (± W.h, ± var.h)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energie active et réactive par comptage d'impulsions (2) (± W.h, ± var.h)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Courant phase RMS I'1,I'2,I'3							■		■	■		■	■			
Courant résiduel calculé I'0Σ							■		■	■		■	■			
Tension U'21, V'1 et fréquence														■		
Tension U'21, U'32, U'13, V'1, V'2, V'3, V'd, V'i et fréquence															■	
Tension résiduelle V'0															■	
Température (16 sondes) (3)					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
Vitesse de rotation (2)								□	□	□	□	□	□			
Tension point neutre Vnt								■	■	■	■	■	■			
Diagnostic réseau et machine																
Contexte de déclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant de déclenchement TripI1, TripI2, TripI3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nombre de déclenchements sur défaut phase, sur défaut terre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Taux de déséquilibre / courant inverse Ii	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Taux de distorsion du courant et de la tension Ithd, Uthd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déphasage φ0, φ'0, φ0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déphasage φ1, φ2, φ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Oscilloperturbographie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Echauffement		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Durée de fonctionnement restant avant déclenchement dû à une surcharge		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Durée d'attente après déclenchement dû à une surcharge		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Compteur horaire / temps de fonctionnement					■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Courant et durée du démarrage								■	■	■						
Durée d'interdiction de démarrage								■	■	■						
Nombre de démarrages avant interdiction								■	■	■						
Taux de déséquilibre / courant inverse I'i							■		■	■		■	■			
Courant différentiel Idiff1, Idiff2, Idiff3							■		■	■		■	■			
Courant traversant It1, It2, It3							■		■	■		■	■			
Déphasage θ entre courants I et I'							■		■	■		■	■			
Impédances apparentes directes Zd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
et entre phases Z21, Z32, Z13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension harmonique 3 point neutre ou résiduelle											■	■	■			
Ecart en amplitude, fréquence et phase des tensions comparées pour contrôle de synchronisme (4)	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
Capacité et courants de déséquilibre condensateur																■

	Code ANSI	Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
Diagnostic appareillage	**Code ANSI**	**S80**	**S81**	**S82**	**S84**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**	**B80**	**B83**	**C86**
Surveillance TC / TP	60/60FL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance circuit de déclenchement (2)	74	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Surveillance alimentation auxiliaire		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance des ampères coupés cumulés		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nombre de manœuvres, temps de manœuvre, temps de réarmement, nombre de débrochages disjoncteur (2)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

	Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
Communication Modbus, CEI 60870-5-103, DNP3 ou CEI 61850	**S80**	**S81**	**S82**	**S84**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**	**B80**	**B83**	**C86**
Lecture des mesures (5) (6)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Télésignalisation et horodatation des événements (5) (6)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Télécommandes (5) (6)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Téléréglage des protections (5)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Transfert des enregistrements d'oscilloperturbographie (5) (6)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Message GOOSE CEI 61850 (6)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Masse

	Unité de base avec IHM avancée	Unité de base avec IHM synoptique
Poids minimum (unité de base sans MES120)	2,4 kg (5.29 lb)	3,0 kg (6.61 lb)
Poids maximum (unité de base avec 3 MES120)	4,0 kg (8.82 lb)	4,6 kg (10.1 lb)

Entrées capteurs

Entrées courant phase	**TC 1 A ou 5 A**	
Impédance d'entrée	< 0,02 Ω	
Consommation	< 0,02 VA (TC 1 A) < 0,5 VA (TC 5 A)	
Tenue thermique permanente	4 In	
Surcharge 1 seconde	100 In (500 A)	
Entrées tension	**Phase**	**Résiduelle**
Impédance d'entrée	> 100 kΩ	> 100 kΩ
Consommation	< 0,015 VA (TP 100 V)	< 0,015 VA (TP 100 V)
Tenue thermique permanente	240 V	240 V
Surcharge 1 seconde	480 V	480 V
Isolation des entrées par rapport aux autres groupes isolés	Renforcée	Renforcée

Sorties à relais

Sorties à relais de commande O1 à O4 et Ox01 (1)						
Tension	Continue	24 / 48 V CC	127 V CC	220 V CC	250 V CC	-
	Alternative (47,5 à 63 Hz)	-	-	-	-	100 à 240 V CA
Courant permanent		8 A	8 A	8 A	8 A	8 A
Pouvoir de coupure	Charge résistive	8 A / 4 A	0,7 A	0,3 A	0,2 A	-
	Charge L/R < 20 ms	6 A / 2 A	0,5 A	0,2 A	-	-
	Charge L/R < 40 ms	4 A / 1 A	0,2 A	0,1 A	-	-
	Charge résistive	-	-	-	-	8 A
	Charge cos φ > 0,3	-	-	-	-	5 A
Pouvoir de fermeture		< 15 A pendant 200 ms				
Isolation des sorties par rapport aux autres groupes isolés		Renforcée				
Sortie à relais de signalisation O5 et Ox02 à Ox06						
Tension	Continue	24/48 V CC	127 V CC	220 V CC	250 V CC	-
	Alternative (47,5 à 63 Hz)	-	-	-	-	100 à 240 V CA
Courant permanent		2 A	2 A	2 A	2 A	2 A
Pouvoir de coupure	Charge résistive	2 A / 1 A	0,6 A	0,3 A	0,2 A	-
	Charge L/R < 20 ms	2 A / 1 A	0,5 A	0,15 A	-	-
	Charge cos φ > 0,3	-	-	-	-	1 A
Isolation des sorties par rapport aux autres groupes isolés		Renforcée				

Alimentation

Tension	24 à 250 V CC	-20 % / +10 %
Consommation maximum	< 16 W	
Courant d'appel	< 10 A 10 ms	
Taux d'ondulation accepté	12 %	
Micro coupure acceptée	100 ms	

Pile

Format	1/2 AA lithium 3,6 V
Durée de vie	10 ans Sepam sous tension
	3 ans minimum, 6 ans typique Sepam hors tension

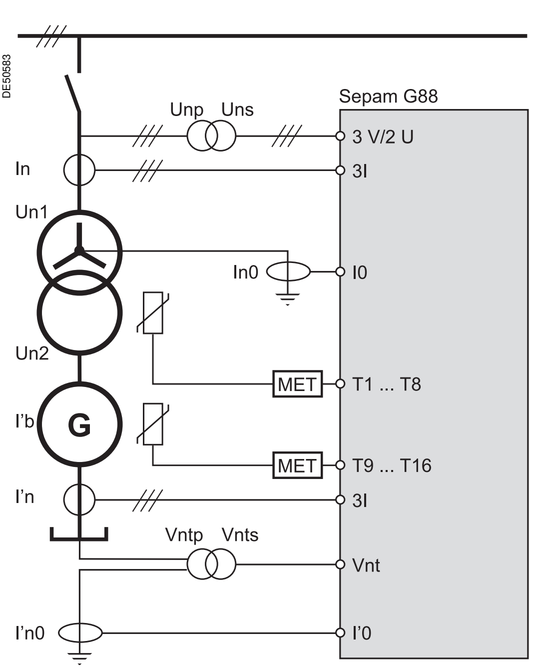
***(1)** Sorties relais conformes à la norme C37.90 clause 6.7, niveau 30 A, 200 ms, 2000 manoeuvres.*
***(2)** Lorsque les protections 50N/51N ou 67N sont utilisées et que I0 est calculé sur la somme des courants phase, Is0 doit être supérieur à 0,1In0.*
***(3)** Sepam doit être stocké dans son conditionnement d'origine.*
***(4)** Sauf communication : 3 kV en mode commun et 1 kV en mode différentiel.*
***(5)** Sauf communication : 1 kVrms.*

Compatibilité électromagnétique	Norme	Niveau / Classe	Valeur
Essais d'émission			
Emission champ perturbateur	CEI 60255-25		
	EN 55022	A	
Emission perturbations conduites	CEI 60255-25		
	EN 55022	A	
Essais d'immunité - Perturbations rayonnées			
Immunité aux champs rayonnés	CEI 60255-22-3		10 V/m ; 80 MHz - 1 GHz
	CEI 61000-4-3	III	10 V/m ; 80 MHz - 2 GHz
	ANSI C37.90.2 (1995)		35 V/m ; 25 MHz - 1 GHz
Décharge électrostatique	CEI 60255-22-2		8 kV air ; 6 kV contact
	ANSI C37.90.3		8 kV air ; 4 kV contact
Immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau (2)	CEI 61000-4-8	4	30 A/m (permanent) - 300 A/m (1-3 s)
Essais d'immunité - Perturbations conduites			
Immunité aux perturbations RF conduites	CEI 60255-22-6	III	10 V
Transitoires électriques rapides en salves	CEI 60255-22-4	A et B	4 kV ; 2,5 kHz / 2 kV ; 5 kHz
	CEI 61000-4-4	IV	4 kV ; 2,5 kHz
	ANSI C37.90.1		4 kV ; 2,5 kHz
Onde oscillatoire amortie à 1 MHz	CEI 60255-22-1		2,5 kV MC ; 1 kV MD
	ANSI C37.90.1		2,5 kV MC ; 2,5 kV MD
Onde sinusoïdale amortie à 100 kHz	CEI 61000-4-12	III	2 kV MC
Onde oscillatoire amortie lente (100 kHz à 1 MHz)	CEI 61000-4-18	III	
Onde oscillatoire amortie rapide (3 MHz, 10 MHz, 30 MHz)	CEI 61000-4-18	III	
Ondes de choc	CEI 61000-4-5	III	2 kV MC ; 1 kV MD
Immunité aux pertubations conduites en mode commun de 0 Hz à 150 kHz	CEI 61000-4-16		
Interruptions de la tension	CEI 60255-11		100 % pendant 100 ms
Robustesse mécanique	**Norme**	**Niveau / Classe**	**Valeur**
Sous tension			
Vibrations	CEI 60255-21-1	2	1 Gn ; 10 Hz - 150 Hz
	CEI 60068-2-6	Fc	2 Hz - 13,2 Hz ; a = ±1 mm
	CEI 60068-2-64	2M1	
Chocs	CEI 60255-21-2	2	10 Gn / 11 ms
Séismes	CEI 60255-21-3	2	2 Gn horizontal
			1 Gn vertical
Hors tension			
Vibrations	CEI 60255-21-1	2	2 Gn ; 10 Hz - 150 Hz
Chocs	CEI 60255-21-2	2	27 Gn / 11 ms
Secousses	CEI 60255-21-2	2	20 Gn / 16 ms
Tenue climatique	**Norme**	**Niveau / Classe**	**Valeur**
En fonctionnement			
Exposition au froid	CEI 60068-2-1	Ad	-25 °C (-13 °F)
Exposition à la chaleur sèche	CEI 60068-2-2	Bd	+70 °C (+158 °F)
Exposition à la chaleur humide en continu	CEI 60068-2-78	Cab	10 jours ; 93 % HR ; 40 °C (104 °F)
Brouillard salin	CEI 60068-2-52	Kb/2	6 jours
Influence de la corrosion/Essai 2 gaz	CEI 60068-2-60		21 jours ; 75 % HR ; 25 °C (77 °F) ; 0,5 ppm H_2S ; 1 ppm SO_2
Influence de la corrosion/Essai 4 gaz	CEI 60068-2-60		21 jours ; 75 % HR ; 25 °C (77 °F) ; 0,01 ppm H_2S ; 0,2 ppm SO_2 ; 0,2 ppm NO_2 ; 0,01 ppm Cl_2
En stockage (3)			
Variation de température avec vitesse de variation spécifiée	CEI 60068-2-14	Nb	-25 °C à +70 °C (-13 °F à +158 °F) 5 °C/min
Exposition au froid	CEI 60068-2-1	Ab	-25 °C (-13 °F)
Exposition à la chaleur sèche	CEI 60068-2-2	Bb	+70 °C (+158 °F)
Exposition à la chaleur humide en continu	CEI 60068-2-78	Cab	56 jours ; 93 % HR ; 40 °C (104 °F)
	CEI 60068-2-30	Db	6 jours ; 95 % HR ; 55 °C (131 °F)
Sécurité	**Norme**	**Niveau / Classe**	**Valeur**
Essais de sécurité enveloppe			
Etanchéité face avant	CEI 60529	IP52	Autres faces IP20
	NEMA	Type 12	
Tenue au feu	CEI 60695-2-11		650 °C (1200 °F) avec fil incandescent
Essais de sécurité électrique			
Onde de choc 1,2/50 µs	CEI 60255-5		5 kV (4)
Tenue diélectrique à fréquence industrielle	CEI 60255-5		2 kV 1mn (5)
	ANSI C37.90		1 kV 1 mn (sortie de signalisation) 1,5 kV 1 mn (sortie de commande)
Certification			
CE	Norme harmonisée EN 50263	**Directives européennes :** ■ 89/336/CEEDirective Compatibilité Electromagnétique (CEM) □ 92/31/CEEAmendement □ 93/68/CEEAmendement ■ 73/23/CEEDirective Basse Tension □ 93/68/CEEAmendement	
UL c UL us	UL508 - CSA C22.2 n° 14-95		File E212533
CSA	CSA C22.2 n° 14-95 / n° 94-M91 / n° 0.17-00		File 210625

Sommaire

Sommaire

Entrées capteurs



Entrées capteurs de Sepam G88.

Sepam série 80 dispose d'entrées analogiques à raccorder aux capteurs de mesure nécessaires à son application :

- les entrées analogiques principales, disponibles sur tous les types de Sepam série 80 :
  - 3 entrées courant phase I1, I2, I3
  - 1 entrée courant résiduel I0
  - 3 entrées tension phase V1, V2, V3
  - 1 entrée tension résiduelle V0
- les entrées analogiques supplémentaires, qui dépendent du type de Sepam :
  - 3 entrées courant phase supplémentaires I'1, I'2, I'3
  - 1 entrée courant résiduel supplémentaire I'0
  - 3 entrées tension phase supplémentaires V'1, V'2, V'3
  - 1 entrée tension résiduelle supplémentaire V'0.

Le tableau ci-dessous détaille les entrées analogiques disponibles en fonction du type de Sepam série 80.

		S80, S81, S82, S84	T81, T82, M81, G82	T87, M87, M88, G87, G88	B80	B83	C86
Entrées courant phase	Voies principales	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3
	Voies supplémentaires			I'1, I'2, I'3			
Entrées courant résiduel	Voie principale	I0	I0	I0	I0	I0	I0
	Voie supplémentaire	I'0	I'0	I'0	I'0		
Entrées courant déséquilibre pour gradins de condensateurs							I'1, I'2, I'3, I'0
Entrées tension phase	Voies principales	V1, V2, V3 ou U21, U32	V1, V2, V3 ou U21, U32	V1, V2, V3 ou U21, U32	V1, V2, V3 ou U21, U32	V1, V2, V3 ou U21, U32	V1, V2, V3 ou U21, U32
	Voies supplémentaires				V'1 ou U'21	V'1, V'2, V'3 ou U'21, U'32	
Entrées tension résiduelle	Voie principale	V0	V0	V0	V0 (1)	V0	V0
	Voie supplémentaire					V'0	
Entrées température (sur module MET148-2)			T1 à T16	T1 à T16			T1 à T16

***Nota :** par extension, une mesure (courant ou tension) supplémentaire est une valeur mesurée par voie analogique supplémentaire.*

***(1)** Disponible avec tension phase U21, U32.*

Paramètres généraux

Les paramètres généraux définissent les caractéristiques des capteurs de mesure raccordés à Sepam et déterminent les performances des fonctions de mesure et de protection utilisées. Ils sont accessibles à travers les onglets "Caractéristiques générales", "Capteurs TC-TP" et "Caractéristiques particulières" du logiciel de réglage SFT2841.

Paramètres généraux		Sélection	Valeur
In, I'n	Courant phase nominal (courant primaire capteur)	2 ou 3 TC 1 A / 5 A	1 A à 6250 A
		3 capteurs LPCT	25 A à 3150 A (1)
I'n	Calibre capteur courant déséquilibre (application condensateur)	TC 1 A / 2 A / 5 A	1 A à 30 A
Ib	Courant de base, correspond à la puissance nominale de l'équipement		0,2 à 1,3 In
I'b	Courant de base sur les voies supplémentaires (non réglable)	Applications avec transformateur	I'b= Ib x Un1/Un2
		Autres applications	I'b = Ib
In0, I'n0	Courant résiduel nominal	Somme des 3 courants phase	Cf. In(I'n) courant phase nominal
		Tore CSH120 ou CSH200	Calibre 2 A ou 20 A
		TC 1 A/5 A	1 A à 6250 A
		Tore homopolaire + ACE990 (le rapport du tore 1/n doit être tel que $50 \leqslant n \leqslant 1500$)	Selon courant à surveiller et utilisation de ACE990
Unp, U'np	Tension composée nominale primaire (Vnp : tension simple nominale primaire Vnp = Unp/$\sqrt{3}$)		220 V à 250 kV
Uns, U'ns	Tension composée nominale secondaire	3 TP : V1, V2, V3	90 à 230 V
		2 TP : U21, U32	90 à 120 V
		1 TP : U21	90 à 120 V
		1 TP : V1	90 à 230 V
Uns0, U'ns0	Tension homopolaire secondaire pour une tension homopolaire primaire Unp/$\sqrt{3}$		Uns/3 ou Uns/$\sqrt{3}$
Vntp	Tension primaire du transformateur de tension point neutre (application générateur)		220 V à 250 kV
Vnts	Tension secondaire du transformateur de tension point neutre (application générateur)		57,7 V à 133 V
fn	Fréquence nominale		50 Hz ou 60 Hz
	Sens de rotation des phases		1-2-3 ou 1-3-2
	Période d'intégration (pour courant moyen et maximètre courant et puissance)		5, 10, 15, 30, 60 mn
	Comptage d'énergie par impulsion	Incrément énergie active	0,1 kW.h à 5 MW.h
		Incrément énergie réactive	0,1 kvar.h à 5 Mvar.h
P	Puissance nominale transformateur		100 kVA à 999 MVA
Un1	Tension nominale enroulement 1 (côté voies principales : I)		220 V à 220 kV
Un2	Tension nominale enroulement 2 (côté voies supplémentaires : I')		220 V à 440 kV
In1	Courant nominal enroulement 1 (non réglable)		In1 = P/($\sqrt{3}$.Un1)
In2	Courant nominal enroulement 2 (non réglable)		In2 = P/($\sqrt{3}$.Un2)
	Indice horaire transformateur		0 à 11
Ωn	Vitesse nominale (moteur, générateur)		100 à 3600 Tr/mn
R	Nombre d'impulsions / tour (pour acquisition vitesse)		1 à 1800 (Ωn x R/60 $\leqslant$ 1500)
	Seuil vitesse nulle		5 à 20 % de Ωn
	Nombre de gradins de condensateurs		1 à 4
	Raccordement des gradins de condensateurs		Etoile / Triangle
	Gradinage	Gradin 1	1
		Gradin 2	1, 2
		Gradin 3	1, 2, 3, 4
		Gradin 4	1, 2, 3, 4, 6, 8

***(1)** Valeurs de In pour LPCT, en A : 25, 50, 100, 125, 133, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 666, 1000, 1600, 2000, 3150.*

Caractéristiques

Fonctions		Plage de mesure	Précision (1)	MSA141	Sauvegarde
Mesures					
Courant phase		0,02 à 40 In	±0,5 %	■	
Courant résiduel	Calculé	0,005 à 40 In	±1 %	■	
	Mesuré	0,005 à 20 In0	±1 %	■	
Courant moyen		0,02 à 40 In	±0,5 %		
Maximètre de courant		0,02 à 40 In	±0,5 %		□
Tension composée	Voies principales (U)	0,05 à 1,2 Unp	±0,5 %	■	
	Voies supplémentaires (U')	0,05 à 1,2 Unp	±1 %		
Tension simple	Voies principales (V)	0,05 à 1,2 Vnp	±0,5 %	■	
	Voies supplémentaires (V')	0,05 à 1,2 Vnp	±1 %		
Tension résiduelle		0,015 à 3 Vnp	±1 %		
Tension point neutre		0,015 à 3 Vntp	±1 %		
Tension directe		0,05 à 1,2 Vnp	±2 %		
Tension inverse		0,05 à 1,2 Vnp	±2 %		
Fréquence	Voies principales (f)	25 à 65 Hz	±0,01 Hz	■	
	Voies supplémentaires (f')	45 à 55 Hz (fn = 50 Hz) 55 à 65 Hz (fn = 60 Hz)	±0,05 Hz		
Puissance active (totale ou par phase)		0,008 Sn à 999 MW	±1 %	■	
Puissance réactive (totale ou par phase)		0,008 Sn à 999 Mvar	±1 %	■	
Puissance apparente (totale ou par phase)		0,008 Sn à 999 MVA	±1 %	■	
Maximètre de puissance active		0,008 Sn à 999 MW	±1 %		□
Maximètre de puissance réactive		0,008 Sn à 999 Mvar	±1 %		□
Facteur de puissance		-1 à +1 (CAP/IND)	±0,01	■	
Energie active calculée		0 à $2,1.10^8$ MW.h	±1 % ±1 digit		□ □
Energie réactive calculée		0 à $2,1.10^8$ Mvar.h	±1 % ±1 digit		□ □
Température		-30 à +200 °C ou -22 à +392 °F	±1 °C de +20 à +140 °C	■	
Vitesse de rotation		0 à 7200 tr/mn	±1 tr/mn		
Aide au diagnostic réseau					
Contexte de déclenchement					□
Courant de déclenchement		0,02 à 40 In	±5 %		□
Nombre de déclenchements		0 à 65535	-		□ □
Taux de déséquilibre / courant inverse		1 à 500 % de Ib	±2 %		
Taux de distorsion harmonique en courant		0 à 100 %	±1 %		
Taux de distorsion harmonique en tension		0 à 100 %	±1 %		
Déphasage φ0 (entre V0 et I0)		0 à 359°	±2°		
Déphasage φ1, φ2, φ3 (entre V et I)		0 à 359°	±2°		
Enregistrements d'oscilloperturbographie					□
Ecart d'amplitude		0 à 1,2 Usync1	±1 %		
Ecart de fréquence		0 à 10 Hz	±0,5 Hz		
Ecart de phase		0 à 359°	±2°		
Contexte de non synchronisation					□

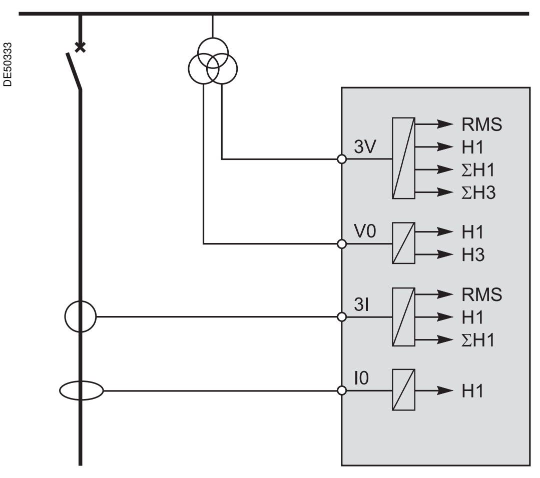
■ *disponible sur module sortie analogique MSA141, suivant paramétrage*
□ □ *sauvegardé sur coupure de l'alimentation auxiliaire, même sans la pile*
□ *sauvegardé sur coupure de l'alimentation auxiliaire grâce à la pile.*
***(1)** Précisions typiques, voir détails pages suivantes.*

Caractéristiques

Fonctions	Plage de mesure	Précision (1)	MSA141	Sauvegarde
Aide au diagnostic machine				
Echauffement	0 à 800 % (100 % pour I phase = Ib)	±1 %	■	□ □
Durée de fonctionnement restant avant déclenchement dû à une surcharge	0 à 999 mn	±1 mn		
Durée d'attente après déclenchement dû à une surcharge	0 à 999 mn	±1 mn		
Compteur horaire / temps de fonctionnement	0 à 65535 heures	±1 % ou ±0,5 h		□ □
Courant de démarrage	1,2 Ib à 40 In	±5 %		□
Durée de démarrage	0 à 300 s	±300 ms		□
Nombre de démarrages avant interdiction	0 à 60	-		
Durée d'interdiction de démarrage	0 à 360 mn	±1 mn		
Courant différentiel	0,015 à 40 In	±1 %		
Courant traversant	0,015 à 40 In	±1 %		
Déphasage θ1, θ2, θ3 (entre I et I')	0 à 359°	±2°		
Impédance apparente Zd, Z21, Z32, Z13	0 à 200 kΩ	±5 %		
Tension harmonique 3 point neutre	0,2 à 30 % de Vnp	±1 %		
Tension harmonique 3 résiduelle	0,2 à 90 % de Vnp	±1 %		
Capacité	0 à 30 F	±5 %		
Courant de déséquilibre condensateur	0,02 à 40 I'n	±5 %		
Aide au diagnostic appareillage				
Ampères coupés cumulés	0 à 65535 kA²	±10 %		□ □
Nombre de manœuvres	0 à 4.10^9	-		□ □
Temps de manœuvre	20 à 100ms	±1 ms		□ □
Temps de réarmement	1 à 20 s	±0,5 s		□ □
Nombre de débrochages	0 à 65535	-		□ □
Surveillance alimentation auxiliaire	20 à 275 V CC	±10 % ou ±4 V		

■ *disponible sur module sortie analogique MSA141, suivant paramétrage*
□ □ *sauvegardé sur coupure de l'alimentation auxiliaire, même sans la pile*
□ *sauvegardé sur coupure de l'alimentation auxiliaire grâce à la pile.*
***(1)** Précisions typiques, voir détails pages suivantes.*

Traitement des signaux mesurés



Grandeurs élaborées par Sepam à partir des signaux physiques mesurés.

Grandeurs physiques mesurées

Sepam mesure les grandeurs physiques suivantes :
- courants phase (3I)
- courant résiduel (I0)
- tensions phase (3V)
- tension résiduelle (V0).

Chaque signal physique mesuré est traité par Sepam pour disposer de toutes les grandeurs nécessaires aux fonctions de mesure, de diagnostic et de protection.

Les tableaux ci-dessous détaillent pour chaque fonction le type de grandeur utilisé, élaboré à partir des signaux physiques mesurés, avec :
- RMS = valeur RMS jusqu'à l'harmonique 13
- H1 = composante fondamentale 50 Hz ou 60 Hz
- ΣH1 = somme vectorielle des composantes fondamentales des trois phases
- H3 = composante harmonique 3
- ΣH3 = somme vectorielle des composantes harmonique 3 des trois phases.

Grandeurs utilisées par les fonctions de mesure et de diagnostic

		3I			**I0**	**3V**				**V0**	
Mesures		**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**H1**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**ΣH3**	**H1**	**H3**
Courant phase RMS I1,I2,I3		■									
Courant résiduel calculé I0Σ				■							
Courant moyen I1, I2, I3		■									
Maximètre courant IM1,IM2,IM3		■									
Courants résiduels mesurés I0, I'0					■						
Tension U21, U32, U13, V1, V2, V3, U'21, U'32, U'13, V'1, V2', V'3							■				
Tension résiduelle V0								□		□	
Tension directe Vd / sens de rotation							■				
Tension inverse Vi							■				
Fréquence f							■				
Puissance active P, P1, P2, P3			■				■				
Puissance réactive Q, Q1, Q2, Q3			■				■				
Puissance apparente S, S1, S2, S3			■				■				
Maximètre de puissance PM, QM			■				■				
Facteur de puissance			■				■				
Energie active et réactive calculée (± W.h, ± var.h)			■				■				
Courant phase RMS I'1,I'2,I'3		■									
Courant résiduel calculé I'0Σ				■							
Tension point neutre Vnt										■	
Diagnostic réseau et machine											
Courant de déclenchement TripI1, TripI2, TripI3			■								
Taux de déséquilibre / courant inverse Ii			■								
Taux de distorsion du courant Ithd		■	■								
Taux de distorsion de la tension Uthd						■	■				
Déphasage φ0, φ'0, φ0Σ				■	■			□		□	
Déphasage φ1, φ2, φ3			■				■				
Echauffement		■									
Taux de déséquilibre / courant inverse I'i			■								
Courant différentiel Idiff1, Idiff2, Idiff3			■								
Courant traversant It1, It2, It3			■								
Angle entre courant I et I'			■								
Courant de démarrage			■								
Tension harmonique 3 point neutre ou résiduelle									■		■
Diagnostic appareillage	**Code ANSI**										
Surveillance TC / TP	60/60FL		■				■				
Ampères coupés cumulés			■								

■ *de base*
□ *selon capteurs de mesure raccordés.*

Grandeurs utilisées par les fonctions de protection

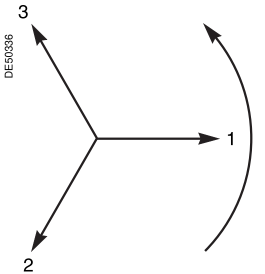
		3I			I0	3V				V0	
Protections	**Code ANSI**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**H1**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**ΣH3**	**H1**	**H3**
Maximum de courant phase	50/51		■								
Maximum de courant terre Terre sensible	50N/51N 50G/51G			□	□						
Défaillance disjoncteur	50BF		■								
Maximum de composante inverse	46		■								
Image thermique câble	49RMS	■									
Image thermique machine	49RMS	■									
Image thermique condensateur	49RMS	■									
Déséquilibre gradins de condensateurs	51C		■								
Différentielle de terre restreinte	64REF			■	■						
Différentielle transformateur (2 enroulements)	87T		■								
Différentielle machine	87M		■								
Maximum de courant phase directionnelle	67		■				■				
Maximum de courant terre directionnelle	67N/67NC			□	□			□		□	
Maximum de puissance active directionnelle	32P		■				■				
Maximum de puissance réactive directionnelle	32Q		■				■				
Minimum de puissance active directionnelle	37P		■				■				
Minimum de courant phase	37		■								
Démarrage trop long, blocage rotor	48/51LR		■								
Limitation du nombre de démarrage	66		■								
Perte d'excitation (minimum d'impédance)	40		■				■				
Perte de synchronisme	78 PS		■				■				
Maximum de courant à retenue de tension	50V/51V		■				■				
Minimum d'impédance	21B		■				■				
Mise sous tension accidentelle	50/27		■				■				
Minimum de tension résiduelle harmonique 3 / 100 % masse stator	27TN/64G2 64G								□		■
Surfluxage (V/Hz)	24						■				
Minimum de tension directe	27D						■				
Minimum de tension rémanente	27R						■				
Minimum de tension (L-L ou L-N)	27						■				
Maximum de tension (L-L ou L-N)	59						■				
Maximum de tension résiduelle	59N							□		□	
Maximum de tension inverse	47						■				
Maximum de fréquence f	81H						■				
Minimum de fréquence f	81L						■				
Dérivée de fréquence f	81R						■				

■ *de base*
□ *selon capteurs de mesure raccordés.*

Sens de rotation des phases

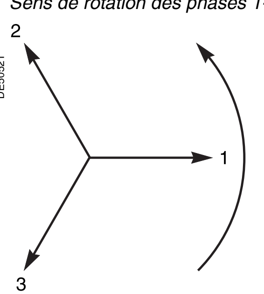
Le sens de rotation des 3 phases du réseau est soit 1-2-3, soit 1-3-2, ordre de succession des phases en rotation dans le sens trigonométrique.
Le sens de rotation des phases est à paramétrer pour obtenir un calcul correct des composantes symétriques (Vd, Vi, V0Σ, Id, Ii, I0Σ).

DE50336



Sens de rotation des phases 1-2-3.

DE50521



Sens de rotation des phases 1-3-2.

2

Courant phase

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur efficace des courants phases :

- I1 : courant phase 1, voies principales
- I2 : courant phase 2, voies principales
- I3 : courant phase 3, voies principales
- I'1 : courant phase 1, voies supplémentaires
- I'2 : courant phase 2, voies supplémentaires
- I'3 : courant phase 3, voies supplémentaires.

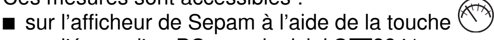
Elle est basée sur la mesure du courant RMS et prend en compte les harmoniques jusqu'au rang 13.

Différents types de capteurs peuvent être utilisés pour mesurer le courant phase :

- transformateurs de courant 1 A ou 5 A
- capteurs de courant type LPCT (Low Power Current Transducer).

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche  
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,02 à 40 In (1)
Unité	A ou kA
Résolution	0,1 A
Précision	±0,5 % typique (2) ±1 % de 0,3 à 1,5 In ±2 % de 0,1 à 0,3 In
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) In calibre nominal défini lors du réglage des paramètres généraux.
(2) A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Courant résiduel

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur efficace du courant résiduel.
Elle est basée sur la mesure du fondamental.
En fonction du type de Sepam et des capteurs raccordés, 4 valeurs de courant résiduel sont disponibles :

- 2 courants résiduels I0Σ et I'0Σ, calculés à partir de la somme vectorielle des 3 courants phase
- 2 courants résiduels I0 et I'0 mesurés.

Différents types de capteurs peuvent être utilisés pour mesurer le courant résiduel :

- tore homopolaire spécifique CSH120 ou CSH200
- transformateur de courant classique 1 A ou 5 A
- tore homopolaire quelconque avec adaptateur ACE990.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Plage de mesure	I0Σ ou I'0Σ			0,005 à 40 In (1)
	I0 ou I'0 mesuré par tore CSH	Calibre	In0 = 2 A	0,005 à 20 In0 (1)
			In0 = 20 A	0,005 à 20 In0 (1)
	I0 ou I'0 mesuré par tore homopolaire avec ACE990			0,005 à 20 In0 (1)
	I0 ou I'0 mesuré par TC			0,005 à 20 In0 (1)
Unité				A ou kA
Résolution				0,1 A ou 1 digit
Précision (2)				±1 % typique à In0 ±2 % de 0,3 à 1,5 In0 ±5 % de 0,1 à 0,3 In0
Format afficheur				3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement				1 seconde (typique)

(1) In, In0 : calibres nominaux définis lors du réglage des paramètres généraux.
(2) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6), hors précision des capteurs.

Courant moyen et maximètre de courant phase

Fonctionnement

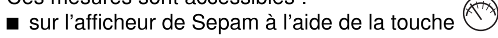
Les courants moyens et les maximètres de courant sont calculés à partir des 3 courants phases I1, I2 et I3 :

- le courant moyen est calculé sur une période de 5 à 60 minutes paramétrable
- le maximètre de courant est la plus grande valeur du courant moyen, et permet de connaître l'intensité absorbée durant les pointes de charge.

Les maximètres peuvent être remis à zéro. Ils sont sauvegardés sur coupure d'alimentation.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche  
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Remise à zéro des maximètres

- par la touche clear de l'afficheur de Sepam si un maximètre est affiché
- par la commande clear du logiciel SFT2841
- par la communication (TC4).

Caractéristiques

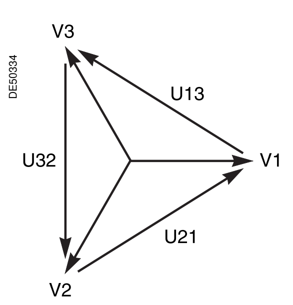
Plage de mesure	0,02 à 40 In (1)
Unité	A ou kA
Résolution	0,1 A
Précision	±0,5 % typique (2) ±1 % de 0,3 à 1,5 In ±2 % de 0,1 à 0,3 In
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période d'intégration	5, 10, 15, 30, 60 mn

***(1)** In calibre nominal défini lors du réglage des paramètres généraux.*
***(2)** A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

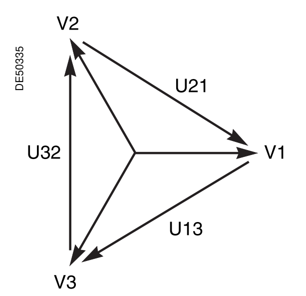
Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC4	BO12	-	MSTA1.RsMaxA.ctlVal

Tension composée



Réseau 1-2-3 : tensions simples et composées.



Réseau 1-3-2 : tensions simples et composées.

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur efficace de la composante fondamentale 50 Hz ou 60 Hz :

- des tensions composées principales :
  - ($\vec{\mathbf{U21}} = \vec{\mathbf{V1}} - \vec{\mathbf{V2}}$) , tension entre les phases 2 et 1
  - ($\vec{\mathbf{U32}} = \vec{\mathbf{V2}} - \vec{\mathbf{V3}}$) , tension entre les phases 3 et 2
  - ($\vec{\mathbf{U13}} = \vec{\mathbf{V3}} - \vec{\mathbf{V1}}$) , tension entre les phases 1 et 3.
- des tensions composées supplémentaires :
  - ($\vec{\mathbf{U'21}} = \vec{\mathbf{V'1}} - \vec{\mathbf{V'2}}$), tension entre les phases 2 et 1
  - ($\vec{\mathbf{U'32}} = \vec{\mathbf{V'2}} - \vec{\mathbf{V'3}}$) , tension entre les phases 3 et 2
  - ($\vec{\mathbf{U'13}} = \vec{\mathbf{V'3}} - \vec{\mathbf{V'1}}$) , tension entre les phases 1 et 3.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche 
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,05 à 1,2 Unp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±0,5 % typique (2) voies principales ±1 % typique (2) voies supplémentaires ±1 % de 0,5 à 1,2 Unp ±2 % de 0,06 à 0,5 Unp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Un calibre nominal défini lors du réglage des paramètres généraux.
(2) A Unp, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Tension simple

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur efficace de la composante fondamentale 50 Hz ou 60 Hz :

- des tensions simples principales V1, V2, V3 mesurées sur les phases 1, 2 et 3
- des tensions simples supplémentaires V'1, V'2, et V'3 mesurées sur les phases 1, 2, et 3.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,05 à 1,2 Vnp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±0,5 % typique (2) voies principales ±1 % typique (2) voies supplémentaires ±1 % de 0,5 à 1,2 Vnp ±2 % de 0,06 à 0,5 Vnp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

***(1)** Vnp : tension simple nominale primaire (Vnp = Unp/$\sqrt{3}$).*
***(2)** A Vnp, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

2

Tension résiduelle

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur :

- de la tension résiduelle principale $\vec{V0} = \vec{V1} + \vec{V2} + \vec{V3}$
- de la tension résiduelle supplémentaire $\vec{V'0} = \vec{V'1} + \vec{V'2} + \vec{V'3}$

La valeur de la tension résiduelle est :
- soit mesurée grâce à un TP étoile/triangle ouvert
- soit calculée par somme interne des 3 tensions phases.

Elle est basée sur la mesure de la composante fondamentale 50 Hz ou 60 Hz des tensions.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,015 à 3 Vnp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±1 % de 0,5 à 3 Vnp ±2 % de 0,05 à 0,5 Vnp ±5 % de 0,02 à 0,05 Vnp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Vnp : tension simple nominale primaire (Vnp = Unp/$\sqrt{3}$).

Tension point neutre

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur de la tension homopolaire Vnt, mesurée au point neutre d'un générateur ou d'un moteur par TP dédié :

$$\vec{Vnt} = (\vec{V1} + \vec{V2} + \vec{V3})/3$$

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,015 Vnp à 3 Vntp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±1 % de 0,5 à 3 Vntp ±2 % de 0,05 à 0,5 Vntp ±5 % de 0,02 à 0,05 Vntp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Vntp : tension primaire du transformateur de point neutre.

Tension directe

Fonctionnement

Cette fonction calcule la valeur de la tension directe principale Vd :
- soit à partir des 3 tensions simples principales :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\vec{Vd} = \frac{1}{3} \times (\vec{V1} + a\vec{V2} + a^2\vec{V3})$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\vec{Vd} = \frac{1}{3} \times (\vec{V1} + a^2\vec{V2} + a\vec{V3})$
- soit à partir des 2 tensions composées principales :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\vec{Vd} = \frac{1}{3} \times (\vec{U21} - a^2\vec{U32})$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\vec{Vd} = \frac{1}{3} \times (\vec{U21} - a\vec{U32})$

avec $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

La tension direct supplémentaire V'd est calculée de la même manière :
- soit à partir des 3 tensions simples supplémentaires V'1, V'2 et V'3
- soit à partir des 2 tensions composées supplémentaires U'21 et U'32.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche 
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,05 à 1,2 Vnp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±2 % à Vnp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Vnp : tension simple nominale primaire (Vnp = Unp/√3).

Tension inverse

Fonctionnement

Cette fonction calcule la valeur de la tension inverse principale Vi :

- soit à partir des 3 tensions simples principales :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\vec{Vi} = \frac{1}{3} \times (\vec{V1} + a^2\vec{V2} + a\vec{V3})$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\vec{Vi} = \frac{1}{3} \times (\vec{V1} + a\vec{V2} + a^2\vec{V3})$
- soit à partir des 2 tensions composées principales :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\vec{Vi} = \frac{1}{3} \times (\vec{U21} - a\vec{U32})$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\vec{Vi} = \frac{1}{3} \times (\vec{U21} - a^2\vec{U32})$

avec $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

La tension inverse supplémentaire V'i est calculée de la même manière :

- soit à partir des 3 tensions simples supplémentaires V'1, V'2 et V'3
- soit à partir des 2 tensions composées supplémentaires U'21 et U'32.

Lecture

Cette mesure est accessible :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,05 à 1,2 Vnp (1)
Unité	V ou kV
Résolution	1 V
Précision	±2 % à Vnp
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Vnp : tension simple nominale primaire (Vnp = Unp/√3).

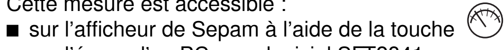
Fréquence

Fonctionnement
Cette fonction fournit la valeur de la fréquence f.
La mesure de fréquence f est effectuée :
- à partir de U21 ou V1 si une seule tension est câblée sur le Sepam
- à partir de la tension directe dans les autres cas.

La fréquence f n'est pas mesurée si :
- la tension U21 (ou V1) ou la tension directe Vd est inférieure à 40 % de Un
- la fréquence f est hors de la plage de mesure.

La mesure de la fréquence f' est calculée suivant le même principe à partir de V'd ou U'21 ou V'1

Lecture
Cette mesure est accessible :



- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche 
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Voies principales	
Fréquence nominale fn	50 Hz, 60 Hz
Plage	25 à 65 Hz
Résolution (1)	0,01 Hz
Précision (2)	±0,01 Hz
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)
Voies supplémentaires	
Fréquence nominale fn	50 Hz, 60 Hz
Plage	45 à 55 Hz (fn = 50 Hz)
	55 à 65 Hz (fn = 60 Hz)
Résolution (1)	0,01 Hz
Précision (2)	±0,05 Hz
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) *Sur SFT2841.*
(2) *A Unp, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Puissances active, réactive et apparente

Fonctionnement

Les puissances sont calculées à partir des courants phases I1, I2 et I3 :
- puissance active = $\sqrt{3}$.U.I cos φ
- puissance réactive = $\sqrt{3}$.U.I.sin φ
- puissance apparente = $\sqrt{3}$.U.I.

En fonction des capteurs raccordés, le calcul des puissances est basé sur la méthode des 2 ou 3 wattmètres (voir tableau ci-dessous).
La méthode des 2 wattmètres est précise en l'absence de courant résiduel, et n'est pas applicable si le neutre est distribué.
La méthode des 3 wattmètres permet le calcul exact des puissances triphasées et phase par phase dans tous les cas, que le neutre soit distribué ou non.

Raccordement des voies tension	Raccordement des voies courant principales	Méthode de calcul de P, Q, S	Puissance par phase P1, P2, P3 Q1, Q2, Q3 S1, S2, S3
3 V	I1, I2, I3	3 wattmètres	Disponible
	I1, I3	2 wattmètres	Indisponible
U32, U21 + V0	I1, I2, I3	3 wattmètres	Disponible
	I1, I3	2 wattmètres	Indisponible
U32, U21 sans V0	I1, I2, I3 ou I1, I3	2 wattmètres	Indisponible
U21	I1, I2, I3 ou I1, I3	2 wattmètres Le réseau est considéré équilibré en tension	Indisponible
V1	I1, I2, I3 ou I1, I3	Pas de calcul	P1, Q1, S1 uniquement

Calcul des puissances

- par la méthode des 3 wattmètres :

$$\mathbf{P} = \vec{V1}\,\vec{I1}\cos(\vec{V1},\vec{I1}) + \vec{V2}\,\vec{I2}\cos(\vec{V2},\vec{I2}) + \vec{V3}\,\vec{I3}\cos(\vec{V3},\vec{I3})$$

$$\mathbf{Q} = \vec{V1}\,\vec{I1}\sin(\vec{V1},\vec{I1}) + \vec{V2}\,\vec{I2}\sin(\vec{V2},\vec{I2}) + \vec{V3}\,\vec{I3}\sin(\vec{V3},\vec{I3})$$

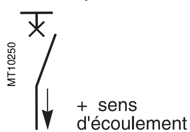
- par la méthode des 2 wattmètres :

$$\mathbf{P} = \vec{U21}\,\vec{I1}\cos(\vec{U21},\vec{I1}) - \vec{U32}\,\vec{I3}\cos(\vec{U32},\vec{I3})$$

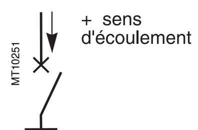
$$\mathbf{Q} = \vec{U21}\,\vec{I1}\sin(\vec{U21},\vec{I1}) - \vec{U32}\,\vec{I3}\sin(\vec{U32},\vec{I3})$$

- $\mathbf{S} = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Par convention, on considère que :
- pour le circuit départ (1) :
  - une puissance exportée par le jeu de barres est positive
  - une puissance fournie au jeu de barres est négative.



- pour le circuit arrivée (1) :
  - une puissance fournie au jeu de barres est positive
  - une puissance exportée par le jeu de barres est négative.



(1) Choix à régler dans les paramètres généraux.

Puissances active, réactive et apparente

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

	Puissance active P, P1, P2, P3	Puissance réactive Q, Q1, Q2, Q3	Puissance apparente S, S1, S2, S3
Plage de mesure	±(0,8 % Sn à 999 MW) (1)	±(0,8 % Sn à 999 Mvar) (1)	0,8 % Sn à 999 MVA (1)
Unité	kW, MW	kvar, Mvar	kVA, MVA
Résolution	0,1 kW	0,1 kvar	0,1 kVA
Précision	±1 % de 0,3 à 1,5 Sn ±3 % de 0,1 à 0,3 Sn (2)	±1 % de 0,3 à 1,5 Sn ±3 % de 0,1 à 0,3 Sn (3)	±1 % de 0,3 à 1,5 Sn ±3 % de 0,1 à 0,3 Sn
Format afficheur	3 chiffres significatifs	3 chiffres significatifs	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)	1 seconde (typique)	1 seconde (typique)

(1) Sn = $\sqrt{3}$Unp.In.
(2) A In, Unp, cos φ > 0,8 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).
(3) A In, Unp, cos φ < 0,6 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Maximètres de puissance active et réactive
Facteur de puissance (cos φ)

Maximètres de puissance active et réactive

Fonctionnement
Cette fonction fournit la plus grande valeur moyenne de la puissance active ou réactive depuis la dernière remise à zéro.
Ces valeurs sont rafraîchies à l'issue de chaque "période d'intégration" période réglable de 5 à 60 mn (période commune avec les maximètres de courant phase).
Ces valeurs sont sauvegardées en cas de coupure d'alimentation.

Lecture
Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Remise à zéro
- par la touche clear de l'afficheur de Sepam si un maximètre est affiché
- par la commande clear du logiciel SFT2841
- par la communication (TC5).

Caractéristiques

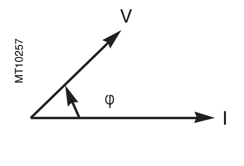
	Puissance active	Puissance réactive
Plage de mesure	±(1,5 % Sn à 999 MW) (1)	±(1,5 % Sn à 999 Mvar) (1)
Unité	kW, MW	kvar, Mvar
Résolution	0,1 kW	0,1 kvar
Précision	±1 %, typique (2)	±1 % typique (3)
Format afficheur	3 chiffres significatifs	3 chiffres significatifs
Période d'intégration	5, 10, 15, 30, 60 mn	5, 10, 15, 30, 60 mn

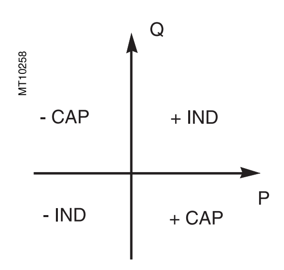
(1) Sn = $\sqrt{3}$ Unp.In.
(2) A In, Unp, cos φ > 0,8 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).
(3) A In, Unp, cos φ < 0,6 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC5	BO14	-	MSTA1.RsMaxPwr.ctlVal

Facteur de puissance (cos φ)





Fonctionnement
Le facteur de puissance est défini par : $\cos\varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2}$.
Il exprime le déphasage entre les courants phases et les tensions simples.
Les signes + et - ainsi que les indications **IND** (inductif) et **CAP** (capacitif) indiquent le sens d'écoulement de l'énergie ainsi que la nature des charges.

Lecture
Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	-1 à 1 IND/CAP
Résolution	0,01
Précision (1)	0,01 typique
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) A In, Unp, cos φ > 0,8 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Energie active et réactive

Energie active et réactive calculée

Fonctionnement

Cette fonction fournit pour les valeurs d'énergie active et réactive, calculées à partir des tensions et des courants I1, I2, I3 :
- un compteur pour l'énergie qui transite dans un sens
- un compteur pour l'énergie qui transite dans l'autre sens.

Elle est basée sur la mesure du fondamental.
Ces compteurs sont sauvegardés sur coupure de l'alimentation.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

	Energie active	Energie réactive
Capacité de comptage	0 à 2,1 10^8 MW.h	0 à 2,1 10^8 Mvar.h
Unité	MW.h	Mvar.h
Résolution	0,1 MW.h	0,1 Mvar.h
Précision	±1 % typique (1)	±1 % typique (1)
Format afficheur	10 chiffres significatifs	10 chiffres significatifs

***(1)** A In, Unp, cos φ > 0,8 dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Energie active et réactive par comptage d'impulsion

Fonctionnement

Cette fonction permet le comptage de l'énergie au moyen d'entrées logiques. Un incrément d'énergie est associé à chaque entrée (à régler dans les paramètres généraux). A chaque impulsion d'entrée l'incrément est ajouté au compteur.
4 entrées et 4 compteurs sont disponibles :
- énergie active positive et négative
- énergie réactive positive et négative.

Ces compteurs sont sauvegardés sur coupure de l'alimentation.

Lecture

- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

	Energie active	Energie réactive
Capacité de comptage	0 à 2,1 10^8 MW.h	0 à 2,1 10^8 Mvar.h
Unité	MW.h	Mvar.h
Résolution	0,1 MW.h	0,1 Mvar.h
Format afficheur	10 chiffres significatifs	10 chiffres significatifs
Incrément	0,1 kW.h à 5 MW	0,1 kvar.h à 5 Mvar.h
Impulsion	15 ms min.	15 ms min.

2

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur de la température mesurée par des détecteurs de type thermosonde à résistance :

- de platine Pt100 (100 Ω à 0 °C ou 32 °F) conformément aux normes CEI 60751 et DIN 43760
- nickel 100 Ω ou 120 Ω (à 0 °C ou 32 °F).

Il y a une mesure par voie sonde température :
tx = température de la sonde x.
Cette fonction détecte les défauts sondes :

- sonde coupée (t > 205 °C ou t > 401 °F)
- sonde en court-circuit (t < -35 °C ou t < -31 °F).

En cas de défaut, l'affichage de la valeur est inhibé.
La fonction de surveillance associée génère une alarme de maintenance.

Lecture

Cette mesure est accessible :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche, en °C ou en °F
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication
- par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Caractéristiques

Plage	-30 °C à +200 °C	-22 °F à +392 °F
Résolution	1 °C	1 °F
Précision	±1 °C de +20 °C à +140 °C ±2 °C de -30 °C à +20 °C ±2 °C de +140 °C à +200 °C	±1.8 °F de +68 °F à +284 °F ±3.6 °F de -22 °F à +68 °F ±3.6 °F de +284 °F à +392 °F
Période de rafraîchissement	5 secondes (typique)	

Déclassement de la précision en fonction de la filerie

- raccordement en mode 3 fils : l'erreur Δt est proportionnelle à la longueur du câble et inversement proportionnelle à sa section :

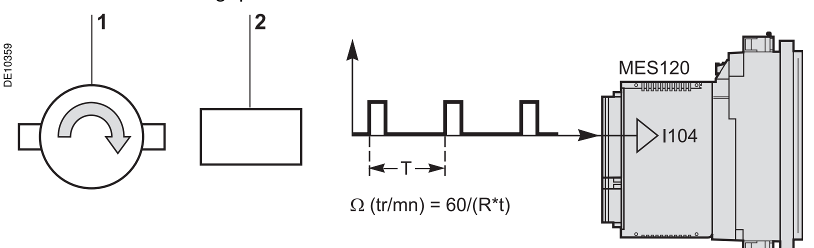
$$\Delta t(°C) = 2 \times \frac{l(km)}{S(mm^2)}$$

- ±2,1 °C/km pour une section de 0,93 mm² (AWG 18)
- ±1 °C/km pour une section de 1,92 mm² (AWG 14).

Vitesse de rotation

Fonctionnement

Cette fonction fournit la vitesse de rotation du rotor d'un moteur ou d'un générateur. Elle est calculée par mesure de l'intervalle de temps entre deux impulsions générées par un détecteur de proximité au passage d'une came entraînée par la rotation de l'arbre moteur ou générateur. Le nombre de cames (repères) est à régler dans l'écran "caractéristique particulières" du SFT2841. Le capteur de proximité doit être raccordé à l'entrée logique I104.



1 Rotor avec 2 cames.
2 Détecteur de proximité.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage		0 à 7200 tr/mn
Résolution		1 tr/mn
Précision		±1 tr/mn
Période de rafraîchissement		1 seconde (typique)
Nombre de repères (R)		1 à 1800 avec Ωn.R/60 ⩽ 1500 (Ωn : vitesse nominale en tr/mn)
Capteur de proximité	Bande passante (en Hz)	> 2.Ωn.R/60
	Sortie	24 à 250 V CC, 3 mA minimum
	Courant de fuite à l'état ouvert	< 0,5 mA
	Baisse de tension à l'état fermé	< 4 V (si alimentation 24 V CC)
	Durée de l'impulsion	état 0 > 120 µs
		état 1 > 200 µs

Diagramme vectoriel

Fonctionnement

Cette fonction affiche une représentation vectorielle de la composante fondamentale des mesures de courant et de tension telles qu'elles sont acquises par Sepam sans aucune correction. Elle permet ainsi une aide efficace à la vérification des câblages, et à la mise en œuvre des fonctions de protection directionnelle et différentielle.
Elle est complètement paramétrable, et les choix suivants sont proposés pour adapter la représentation vectorielle au besoin :

- choix des mesures à représenter dans le diagramme vectoriel
- choix du vecteur de référence
- choix du mode de représentation

Mesures à représenter

- courants phases voies principales et supplémentaires
- courants résiduels mesurés ou sur somme voie principale et supplémentaire
- composantes symétriques courant Id, Ii, I0Σ/3
- tensions simples voies principales et supplémentaires
- tensions composées voies principales et supplémentaires
- tensions résiduelles voies principales et supplémentaires
- composantes symétriques tension Vd, Vi, V0/3

Vecteur de référence

Le vecteur de référence à partir duquel sont calculés les déphasages des autres vecteurs représentés, peut être choisi parmi les vecteurs courant ou tension, phase ou résiduelle. Lorsque le vecteur de référence est trop faible (< 2 % In pour les courants ou 5 % Un pour les tensions), la visualisation est impossible.

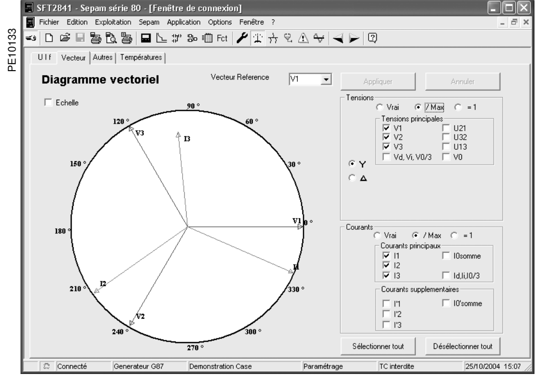


Diagramme vectoriel sur SFT2841

Mode de représentation

- Affichage en valeur vraie : les mesures sont représentées sans modification dans une échelle choisie par rapport à leur grandeur nominale respective :
  - 0 à 2 Max (In, I'n) pour les courants
  - 0 à 2 Max (Unp, U'np) pour les tensions.
- Affichage en valeur normalisée par rapport au maximum : les mesures sont normalisées par rapport à la plus grande des mesures du même type. Cette dernière est affichée pleine échelle avec un module de valeur 1, les autres sont affichées en valeur relative par rapport à elle. Cet affichage permet une résolution angulaire maximum, indépendamment des valeurs mesurées, tout en conservant les valeurs relatives entre mesures.
- Affichage en valeur normalisée à 1 : toutes les mesures sont normalisées par rapport à elles-mêmes et donc affichées avec un module de valeur 1 égale à la pleine échelle. Cet affichage permet une représentation optimum des angles entre vecteurs mais ne permet pas une comparaison des modules.
- Affichage des valeurs de tension composée en triangle : pour une représentation plus usuelle des vecteurs de tensions composées.
- Affichage / suppression de l'échelle : pour permettre une lecture aisée des vecteurs affichées.

Lecture

L'ensemble des possibilités décrites ci-dessus sont accessibles sur le logiciel SFT2841de paramétrage et d'exploitation.
Sur l'IHM synoptique, deux représentations prédéfinies sont disponibles :

- affichage des trois courants phases et trois tensions simples des voies principales
- affichage des trois courants phases des voies principales et des trois courants phases des voies supplémentaires

Caractéristiques

Options de visualisation du diagramme vectoriel sur SFT2841	
Mesures à représenter	
Selection multiple possible parmi	I1, I2, I3, I0, I0Σ, Id, Ii, I0Σ/3, I'1, I'2, I'3, I'0, I'0Σ V1, V2, V3, V0, U21, U32, U13, Vd, Vi, V0/3 V'1, V'2, V'3, V'0, U'21, U'32, U'13
Vecteur de référence	
Choix unique parmi	I1, I2, I3, I0, I0Σ, I'0, I'0Σ V1, V2, V3, V0, U21, U32, U13, V'1, V'2, V'3, V'0, U'21, U'32, U'13
Mode de représentation	
Représentation des courants	vrai (valeur vraie) / max (valeur normalisée par rapport au maximum) = 1 (valeur normalisée à 1)
Représentation des tensions	vrai (valeur vraie) / max (valeur normalisée par rapport au maximum) = 1 (valeur normalisée à 1)
Tension composée	étoile/triangle
Affichage de l'échelle	oui/non

Contexte de déclenchement

Fonctionnement

Cette fonction fournit les valeurs des grandeurs physiques à l'instant du déclenchement (activation du contact de déclenchement sur la sortie 01) pour permettre une analyse de la cause du défaut.
Valeurs disponibles sur l'afficheur de Sepam :

- courants de déclenchement TRIPI et TRIPI'
- courants résiduels I0, I'0, I0Σ et I'0Σ
- courants différentiels et traversants
- tensions composées
- tension résiduelle
- tension point neutre
- tension harmonique 3, point neutre et résiduelle
- fréquence f
- puissance active
- puissance réactive
- puissance apparente.

En plus des valeurs disponibles sur l'afficheur de Sepam, le logiciel SFT2841 permet d'obtenir les valeurs suivantes :

- tensions simples
- tension inverse
- tension directe.

Les valeurs correspondant aux cinq derniers déclenchements sont mémorisées avec la date et l'heure du déclenchement.
Elles sont sauvegardées en cas de coupure d'alimentation.
Après mémorisation de 5 contextes de déclenchement, les valeurs correspondant à un nouveau déclenchement écrasent le contexte du déclenchement le plus ancien.

Lecture

Ces mesures sont accessibles dans les contextes de déclenchement :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Courant de déclenchement

Acquisition du courant de déclenchement TRIPI1.

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur efficace des courants à l'instant présumé du dernier déclenchement :

- TRIPI1 : courant phase 1 (voies principales)
- TRIPI2 : courant phase 2 (voies principales)
- TRIPI3 : courant phase 3 (voies principales)
- TRIPI'1 : courant phase 1 (voies supplémentaires)
- TRIPI'2 : courant phase 2 (voies supplémentaires)
- TRIPI'3 : courant phase 3 (voies supplémentaires).

Elle est basée sur la mesure du fondamental.
Cette mesure est définie comme la valeur efficace maximale mesurée pendant un intervalle de 30 ms après activation du contact de déclenchement sur sortie O1.

Lecture

Ces mesures sont accessibles dans les contextes de déclenchement :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,1 à 40 In (1)
Unité	A ou kA
Résolution	0,1 A
Précision	±5 % ±1 digit
Format afficheur	3 chiffres significatifs

***(1)** In, calibre nominal défini lors du réglage des paramètres généraux.*



Nombre de déclenchements sur défaut phase Nombre de déclenchements sur défaut terre

Nombre de déclenchements sur défaut phase

Fonctionnement

Cette fonction comptabilise les défauts phases apparus sur le réseau ayant entraîné le déclenchement du disjoncteur.
Le comptage prend en compte les déclenchements générés par les protections 50/51, 50V/51V, 67.
S'il y a sélectivité entre plusieurs disjoncteurs, seul le Sepam donnant l'ordre de déclenchement compte le défaut.
Les défauts fugitifs éliminés par le réenclencheur sont comptabilisés.

Le nombre de déclenchement sur défaut phase est sauvegardé en cas de coupure d'alimentation auxillaire. Il peut être réinitialisé en utilisant le logiciel SFT2841.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 65535
Unité	sans
Résolution	1
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Nombre de déclenchements sur défaut terre

Fonctionnement

Cette fonction comptabilise les défauts terre apparus sur le réseau ayant entraîné le déclenchement du disjoncteur.
Le comptage prend en compte les déclenchements générés par les protections 50N/51N, et 67N.
S'il y a sélectivité entre plusieurs disjoncteurs, seul le Sepam donnant l'ordre de déclenchement compte le défaut.
Les défauts fugitifs éliminés par le réenclencheur sont comptabilisés.

Le nombre de déclenchement sur défaut terre est sauvegardé en cas de coupure d'alimentation auxillaire. Il peut être réinitialisé en utilisant le logiciel SFT2841.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 65535
Unité	sans
Résolution	1
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Taux de déséquilibre

Fonctionnement

Cette fonction fournit le taux de composante inverse : **T = Ii/Ib** ou **T' = I'i/I'b**.
Le courant inverse est déterminé à partir des courants des phases :

- 3 phases :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\vec{Ii} = \frac{1}{3} \times \left(\vec{I1} + a^2\vec{I2} + a\vec{I3}\right)$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\vec{Ii} = \frac{1}{3} \times \left(\vec{I1} + a\vec{I2} + a^2\vec{I3}\right)$
- 2 phases :
  - sens de rotation des phases 1-2-3 : $\left|\vec{Ii}\right| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \left|\vec{I1} - a^2\vec{I3}\right|$
  - sens de rotation des phases 1-3-2 : $\left|\vec{Ii}\right| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \left|\vec{I1} - a\vec{I3}\right|$

avec $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

En l'absence de défaut homopolaire, les formules pour 2 courants phases sont équivalentes à celles pour 3 courants phases.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche 
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	10 à 500 %
Unité	% Ib ou % I'b
Résolution	1 %
Précision	±2 %
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Taux de distorsion harmonique du courant Taux de distorsion harmonique de la tension

Taux de distorsion harmonique du courant

Fonctionnement

Le taux de distorsion harmonique du courant Ithd permet d'apprécier la qualité du courant. Il est calculé sur la phase I1 en prenant en compte les harmoniques jusqu'au rang 13.

Le calcul est effectué sur 50 périodes suivant la formule :

$$\mathbf{Ithd = 100\ \%\ \sqrt{\left(\frac{RMS}{H1}\right)^2 - 1}}$$

avec :
RMS = valeur RMS du courant I1 jusqu'à l'harmonique 13
H1 = valeur du fondamental du courant I1

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 100 %
Unité	%
Résolution	0,1 %
Précision (1)	±1 % à In pour Ithd > 2 %
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Taux de distorsion harmonique de la tension

Fonctionnement

Le taux de distorsion harmonique de la tension Uthd permet d'apprécier la qualité de la tension. Il est calculé sur la mesure de U21 ou V1 suivant la configuration, en prenant en compte les harmoniques jusqu'au rang 13.

Le calcul est effectué sur 50 périodes suivant la formule :

$$\mathbf{Uthd = 100\ \%\ \sqrt{\left(\frac{RMS}{H1}\right)^2 - 1}}$$

avec :
RMS = valeur RMS de la tension U21(ou V1) jusqu'à l'harmonique 13
H1 = valeur du fondamental de la tension U21 (ou V1)

Lecture

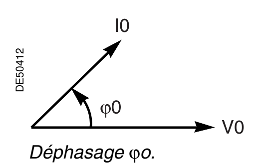
Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 100 %
Unité	%
Résolution	0,1 %
Précision (1)	±1 % à Un ou Vn pour Uthd > 2 %
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Déphasage φ0, φ'0, φ0Σ
Déphasage φ1, φ2, φ3



Déphasage φo.

Déphasage φ0, φ'0, φ0Σ

Fonctionnement

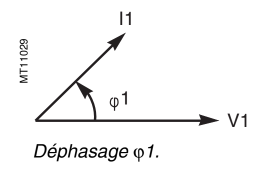
Cette fonction fournit le déphasage mesuré entre la tension résiduelle et le courant résiduel dans le sens trigonométrique (voir le schéma). Cette mesure est utile, lors de la mise en service, pour vérifier que la protection directionnelle de terre est correctement câblée.
Trois valeurs sont disponibles :
- φ0, angle entre V0 et I0 mesuré
- φ'0, angle entre V0 et I'0 mesuré
- φ0Σ, angle entre V0 et I0Σ calculé sur somme des courants phase.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 359°
Résolution	1°
Précision	±2°
Période de rafraîchissement	2 secondes (typique)



Déphasage φ1.

Déphasage φ1, φ2, φ3

Fonctionnement

Cette fonction fournit le déphasage entre respectivement la tension V1, V2, V3 et le courant I1, I2, I3 dans le sens trigonométrique (voir schéma). Ces mesures sont utiles lors de la mise en service du Sepam pour vérifier le câblage correct des entrées tension et courant. Quand les tensions composées U21, U32 sont raccordées au Sepam et en l'absence de mesure de la tension résiduelle V0, la tension résiduelle est supposée nulle. Elle ne fonctionne pas quand seule la tension U21 ou V1 est raccordée au Sepam.
Cette fonction prend en compte la convention d'écoulement de l'énergie dans les circuits départ et arrivée (voir "Mesures de puissance"). De ce fait, les angles φ1, φ2, φ3 sont corrigés de 180° par rapport aux valeurs acquises par le Sepam pour les circuits arrivée.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 359°
Résolution	1°
Précision	±2°
Période de rafraîchissement	2 secondes (typique)

Oscilloperturbographie

Fonctionnement

Cette fonction permet l'enregistrement de signaux analogiques et d'états logiques.
La mémorisation de l'enregistrement est provoquée par un ou plusieurs événements paramétrés avec le logiciel SFT2841.
L'enregistrement mémorisé commence avant l'événement et se poursuit après.
L'enregistrement est constitué des informations suivantes :

- les valeurs échantillonnées sur les différents signaux
- la date
- les caractéristiques des voies enregistrées.

Le nom des informations d'entrées, sorties logiques donné dans Logipam est repris dans l'oscilloperturbographie pour en faciliter la lecture.
La durée et le nombre d'enregistrement sont paramétrables avec le logiciel SFT2841.
Les fichiers sont enregistrés dans une mémoire à décalage FIFO (First In First Out) : quand le nombre maximum d'enregistrements est atteint, l'enregistrement le plus ancien est effacé quand un nouvel enregistrement est déclenché.

Transfert

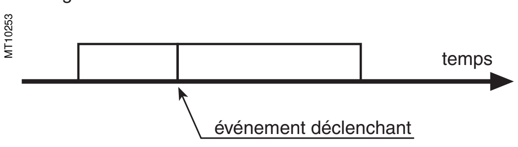
Le transfert des fichiers peut se faire localement ou à distance :

- localement : au moyen d'un PC raccordé à la prise console et disposant du logiciel SFT2841
- à distance : au moyen d'un logiciel spécifique au système de supervision.

Restitution

La restitution des signaux à partir d'un enregistrement se fait avec un PC, au moyen du logiciel SFT2826.

Schéma de principe



Caractéristiques

Contenu d'un enregistrement	Fichier de configuration : date, caractéristiques des voies, rapport de transformation de la chaîne de mesure Fichier des échantillons : signaux enregistrés
Fréquence d'échantillonnage (1)	12 ou 36 points par période du réseau
Signaux analogiques enregistrés (2)	Voies courant I1, I2, I3, I0, I'1, I'2, I'3, I'0 Voies tension phase V1, V2, V3,U21, U32, V'1, V'2, V'3, U'21, U'32 Voies tension résiduelle V0, Vnt ou V'0
Etats logiques enregistrés (1) (3)	Tout ou partie des informations suivantes : ■ toutes les entrées / sorties logiques ■ toutes les entrées logiques GOOSE G401 à G416 et G501 à G516 (si enregistrement configuré dans l'écran OPG du logiciel SFT2841) ■ le signal pick-up ■ une information configurable par l'éditeur d'équations (V_FLAGREC) ou 15 informations configurables par Logipam (V_FLAGREC, V_FLAGREC2 à V_FLAGREC15).
Nombre d'enregistrements (1)	1 à 19
Durée totale d'un enregistrement (1)	1 s à 20 s
Capacité maximale d'enregistrement (occupation mémoire OPG = 100 %)	22 s à 50 Hz, 12 points par période 18 s à 60 Hz, 12 points par période 7 s à 50 Hz, 36 points par période 6 s à 60 Hz, 36 points par période
Périodes enregistrées avant événement déclenchant (1)	0 à 99 périodes
Format des fichiers	COMTRADE 97

(1) *A paramétrer avec le logiciel SFT2841.*
(2) *Selon type et raccordement des capteurs.*
(3) *Selon configuration matérielle du Sepam.*

Contrôle de synchronisme : comparaison des tensions et contexte de non-synchronisation

Fonctionnement

Comparaison des tensions

Pour assurer la fonction contrôle de synchronisme (ANSI 25), le module MCS025 mesure en permanence l'écart d'amplitude, l'écart de fréquence et l'écart de phase entre les 2 tensions à contrôler, Usynch1 et Usynch2.
La mesure des écarts entre ces 2 tensions permet d'aider à la mise en œuvre de la fonction et d'identifier la grandeur à l'origine d'une impossibilité de synchronisation.
Les différents écarts sont calculés dans l'ordre suivant : écart d'amplitude, puis écart de fréquence, puis écart de phase. Dès qu'un écart est supérieur au seuil réglé dans la fonction contrôle de synchronisme, les écarts suivants ne sont pas calculés.

Contexte de non synchronisation

Le contexte de non synchronisation permet de connaître précisément la cause de l'échec d'une demande de synchronisation.
Il n'est fourni que lorsque la fonction commande appareillage avec l'option "fermeture avec contrôle de synchronisme" est en service.

Lorsqu'une demande de synchronisation n'a pu être réalisée, les écarts d'amplitude, de fréquence et de phase des tensions Usynch1 et Usynch2 mesurés par le module MCS025 sont enregistrés, avec la date et l'heure, à la fin de la temporisation "temps de demande de fermeture" de la fonction commande appareillage.

Lecture

Les écarts d'amplitude, de fréquence et de phase et le contexte de non synchronisation sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Ecart d'amplitude	
Plage de mesure	0 à 120 % de Usynch1 (ou Vsynch1)
Unité	% de Usynch1 (ou Vsynch1)
Résolution	0,1 %
Précision	±2 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)
Ecart de fréquence	
Plage de mesure	0 à 10 Hz
Unité	Hz
Résolution	0,01 Hz
Précision	0,05 Hz
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)
Ecart de phase	
Plage de mesure	0 à 359°
Unité	°
Résolution	1°
Précision	±2°
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Echauffement

Fonctionnement

L'échauffement est calculé par la protection image thermique câble, condensateur ou machine.
L'échauffement est relatif à la charge. La mesure de l'échauffement est exprimée en pourcentage de l'échauffement nominal.

Sauvegarde de l'échauffement

L'échauffement est sauvegardé sur coupure de l'alimentation du Sepam. Cette valeur sauvegardée est utilisée au retour après une coupure d'alimentation du Sepam.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
■ sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
■ sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
■ par la communication
■ par convertisseur analogique avec l'option MSA141.

Remise à zéro

La remise à zéro de l'échauffement est possible, protégée par mot de passe :
■ sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche clear
■ sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 800 %
Unité	%
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Résolution	1 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Constante de temps de refroidissement

Fonctionnement

La protection image thermique machine (49 RMS machine) utilise une constante de temps de refroidissement (T2) qui est soit renseignée par l'utilisateur, selon les données du constructeur de l'élément à protéger, soit auto-apprise par le Sepam.
L'estimation de T2 est faite :
■ après une séquence échauffement/refroidissement :
□ période d'échauffement détectée par ES > 70 %
□ suivie par un arrêt détecté par I < 10 % de Ib
■ lorsque la température de l'équipement est mesurée par sondes raccordées au module MET148-2 n° 1 :
□ sonde 1, 2 ou 3 affectée à la mesure de la température stator des moteurs/ générateurs
□ sonde 1, 3 ou 5 affectée à la mesure de la température des transformateurs.
Après chaque nouvelle séquence échauffement/refroidissement détectée, une nouvelle valeur de T2 est estimée et affichée dans l'écran correspondant dans le SFT2841. L'utilisation de la sonde numéro 8 pour mesurer la température ambiante permet d'améliorer la précision des estimations de ces mesures.
La fonction image thermique machine dispose de 2 régimes de fonctionnement pour répondre par exemple au cas de ventilation naturelle ou forcée, ou bien de moteur à 2 vitesses. Une constante de temps est estimée pour chacun de ces régimes.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
■ sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
■ sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
■ par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	5 à 600 mn
Unité	mn
Résolution	1 mn
Précision	±5 %
Format de l'afficheur	3 chiffres significatifs

Durée de fonctionnement avant déclenchement Durée d'attente après déclenchement

Durée de fonctionnement restant avant déclenchement dû à une surcharge

Fonctionnement

L'échauffement est calculé par la protection image thermique câble, condensateur ou machine. Cette durée dépend de l'échauffement.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 999 mn
Unité	mn
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Résolution	1 mn
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Durée d'attente après déclenchement dû à une surchage

Fonctionnement

L'échauffement est calculé par la protection image thermique câble, condensateur ou machine. Cette durée dépend de l'échauffement.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 999 mn
Unité	mn
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Résolution	1 mn
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Compteur horaire et temps de fonctionnement

Ce compteur fournit le cumul du temps pendant lequel l'appareil protégé (moteur, générateur ou transformateur) est en fonctionnement, c'est-à-dire dès qu'un courant est supérieur à 10 % de Ib.
Pour les applications condensateur, jusqu'à 4 compteurs sont disponibles pour les temps de fonctionnement des gradins 1 à 4. Ces compteurs mesurent le cumul du temps pendant lequel un gradin de condensateurs est raccordé au réseau (interrupteur de gradins en position fermée).
La valeur initiale des compteurs est modifiable à partir du logiciel SFT2841.
Ces compteurs sont sauvegardés sur coupure de l'alimentation auxiliaire.

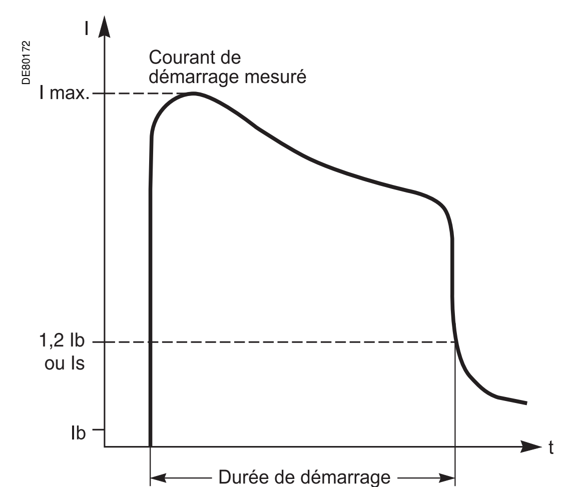
Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage	0 à 65535
Unité	heures

Courant et durée de démarrage



Fonctionnement

La durée de démarrage se définit comme suit :
- si la protection démarrage trop long/blocage rotor (code ANSI 48/51LR) est active, la durée de démarrage est le temps qui sépare le moment où l'un des 3 courants phase dépasse Is et le moment où les 3 courants repassent en dessous de Is, Is étant la valeur du seuil de courant de la protection 48/51LR.
- si la protection démarrage trop long/blocage rotor (code ANSI 48/51LR) n'est pas active, la durée de démarrage est le temps qui sépare le moment où l'un des 3 courants phase dépasse 1,2 Ib et le moment où les 3 courants repassent en dessous de 1,2 Ib.

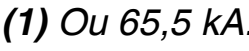
Le courant phase maximum obtenu pendant cette durée correspond au courant de démarrage.
Les 2 valeurs sont sauvegardées sur coupure de l'alimentation auxiliaire.

Lecture

Ces mesures sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Durée de démarrage		
Plage de mesure		0 à 300 s
Unité		s ou ms
Format afficheur		3 chiffres significatifs
Résolution		10 ms ou 1 digit
Période de rafraîchissement		1 seconde (typique)
Courant de démarrage		
Plage de mesure	48/51LR active	Is à 24 In (1)
	48/51LR inactive	1,2 Ib à 24 In (1)
Unité		A ou kA
Format afficheur		3 chiffres significatifs
Résolution		0,1 A ou 1 digit
Période de rafraîchissement		1 seconde (typique)


***(1)** Ou 65,5 kA.*

Nombre de démarrages avant interdiction

Fonctionnement

Le nombre de démarrages autorisés avant interdiction est calculé par la protection limitation du nombre de démarrages (code ANSI 66).
Ce nombre de démarrages dépend de l'état thermique du moteur.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Remise à zéro

La remise à zéro des compteurs du nombre de démarrages est possible, protégée par mot de passe :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche clear
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 60
Unité	sans
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Résolution	1
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Durée d'interdiction de démarrage

Fonctionnement

La durée d'interdiction de démarrage ne s'applique qu'aux applications moteurs (M81, M87 et M88). Elle dépend à la fois de la protection limitation du nombre de démarrages (code ANSI 66) et de la protection image thermique machine (code ANSI 49RMS) si celles-ci sont activées. Cette durée exprime le temps d'attente avant qu'un démarrage ne soit à nouveau autorisé.

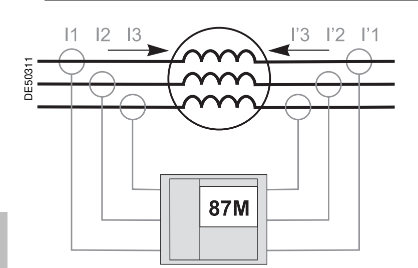
Dans le cas où l'une au moins de ces protections est excitée, une signalisation "DEMARRAGE INHIBE" informe l'exploitant que le démarrage n'est pas autorisé.

Lecture

Le nombre de démarrages et le temps d'attente sont accessibles :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 360 mn
Unité	mn
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Résolution	1 mn
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)



2

Courant différentiel

Fonctionnement

Le courant différentiel Id est calculé pour faciliter la mise en œuvre des protections différentielles ANSI 87T et ANSI 87M :

- dans le cas des machines tournantes (ANSI 87M), il est calculé pour chaque phase par :

$$|\vec{Id}| = |\vec{I} + \vec{I'}|$$

- dans le cas de l'utilisation d'un transformateur (ANSI 87T), le calcul de Id tient compte de l'indice horaire et du rapport de transformation :

$$|\vec{Id}| = |\vec{Irec} + \vec{I'rec}|$$

La valeur de Id est ramenée à In1, courant nominal des voies principales.

Lecture

Cette mesure est accessible :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,015 à 40 In
Unité	A ou kA
Résolution	0,1 A
Précision (1)	±5 %
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Courant traversant

Fonctionnement

Le courant traversant It est calculé pour faciliter la mise en œuvre des protections différentielles ANSI 87T et ANSI 87M :

- dans le cas des machines tournantes (ANSI 87M), il est calculé pour chaque phase par :

$$|\vec{It}| = \left|\frac{\vec{I} - \vec{I'}}{2}\right|$$

- dans le cas de l'utilisation d'un transformateur (ANSI 87T), le calcul de It tient compte de l'indice horaire et du rapport de transformation :

$$|\vec{It}| = \max(|\vec{Irec}|, |\vec{I'rec}|)$$

La valeur de It est ramenée à In1, courant nominal des voies principales.

Lecture

Cette mesure est accessible :

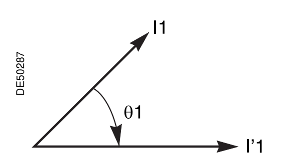
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,015 à 40 In
Unité	A ou kA
Résolution	0,1 A
Précision (1)	±5 %
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Déphasage des courants



Fonctionnement

Les déphasages des courants (θ1, θ2, θ3) sont calculés pour chaque phase entre les courants phases principaux (I) et les courants phases supplémentaires (I').
Ils sont corrigés en tenant compte du raccordement et du sens de rotation des phases pour donner une image de l'indice horaire qui doit être réglé pour utiliser la protection différentielle ANSI 87T : θi/30 = indice horaire.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 359°
Unité	°
Résolution	1°
Précision (1)	±2°
Format afficheur	3 chiffres significatifs
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

***(1)** A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

2

Impédance apparente directe

Fonctionnement

L'impédance apparente directe est utile pour aider à la mise en œuvre de la protection contre les pertes d'excitation à minimum d'impédance (ANSI 40).

$$Zd = \frac{|Vd|}{|Id|}$$

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 200 kΩ
Unité	Ω
Résolution	0,001 Ω
Précision (1)	±5 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) A In, Un, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Impédances apparentes entre phases

Fonctionnement

Les impédances apparentes entre phases sont utiles pour aider à la mise en œuvre de la protection à minimum d'impédance (ANSI 21B). Elles s'expriment comme le ratio de la tension composée sur le courant composé.

$$Z21 = \frac{|\vec{U21}|}{|\vec{I}21|} \quad \text{avec } \overrightarrow{I21} = \vec{I1} - \vec{I2}$$

$$Z32 = \frac{|\vec{U32}|}{|\vec{I}32|} \quad \text{avec } \overrightarrow{I32} = \vec{I2} - \vec{I3}$$

$$Z13 = \frac{|\vec{U13}|}{|\vec{I}13|} \quad \text{avec } \overrightarrow{I13} = \vec{I3} - \vec{I1}$$

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 200 kΩ
Unité	Ω
Résolution	0,001 Ω
Précision (1)	±5 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) A In, Un, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Tension harmonique 3 point neutre

Fonctionnement

Mesure de la composante harmonique 3 de la tension homopolaire mesurée au point neutre d'un générateur ou d'un moteur (V3nt).
Cette valeur est utile pour la mise en œuvre de la fonction minimum de tension résiduelle harmonique 3 (ANSI 27TN/64G2).

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,2 à 30 % de Vntp
Unité	% de Vntp
Résolution	0,1 %
Précision (1)	±1 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Tension harmonique 3 résiduelle

Fonctionnement

Mesure de la composante harmonique 3 de la tension résiduelle, la tension résiduelle étant calculée par la somme vectorielle des tensions simples.
Cette valeur est utile pour la mise en œuvre de la fonction minimum de tension résiduelle harmonique 3 (ANSI 27TN/64G2).

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,2 à 90 % de Vnp
Unité	% de Vnp
Résolution	0,1 %
Précision (1)	±1 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Capacité des condensateurs

Fonctionnement

Cette fonction fournit la capacité totale par phase des gradins de condensateurs raccordés pour permettre le contrôle de l'état des condensateurs.
Elle traite des cas de raccordement en étoile ou en triangle (paramètre à régler dans l'écran "Caractéristiques particulières" du logiciel SFT2841 de paramétrage et d'exploitation). Cette mesure considère l'installation comme une capacité parfaite et ne tient pas compte des résistances apportées par le raccordement des gradins de condensateurs.

- Capacités mesurées pour les gradins de condensateurs raccordés en étoile :
  - C1 : capacité totale phase 1
  - C2 : capacité totale phase 2
  - C3 : capacité totale phase 3
- Capacités mesurées pour les gradins de condensateurs raccordés en triangle :
  - C21 : capacité totale entre les phases 1 et 2
  - C32 : capacité totale entre les phases 2 et 3
  - C13 : capacité totale entre les phases 3 et 1

Lecture

Ces mesures de capacité sont accessibles :

- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 30 F
Unité	µF, mF ou F
Résolution	0,1 µF
Précision	±5 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Précision

La précision des mesures est assurée lorsque la résistance et l'inductance par phase du câble de raccordement du banc de condensateurs (câble compris entre les TC de Sepam et le banc) respectent les conditions suivantes :

- en étoile

$$L\omega < 0{,}05 \times \left|\frac{1}{C\omega}\right|$$

$$R < 0{,}027 \times \left|\frac{1}{C\omega}\right|$$

où R : résistance en Ω par phase
L : inductance en H par phase
ω : pulsation en rad/s
C : capacité totale par phase en F

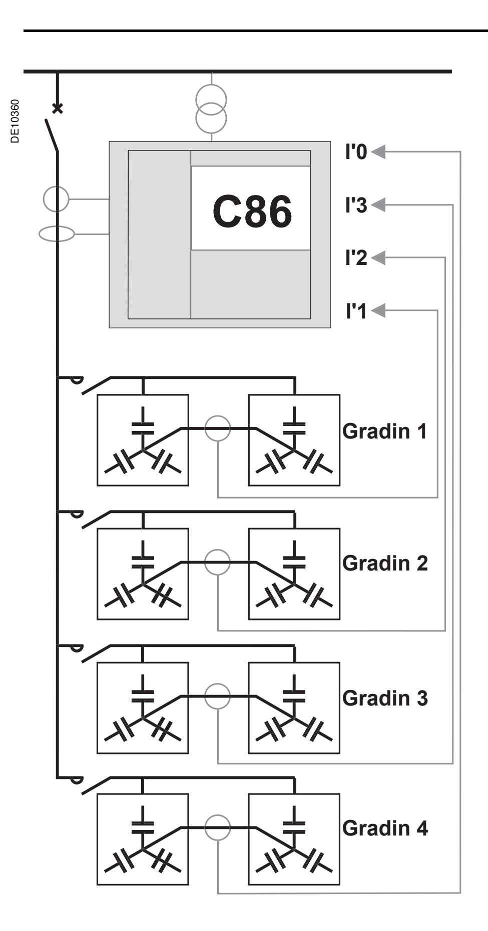
- en triangle

$$L\omega < 0{,}017 \times \left|\frac{1}{C\omega}\right|$$

$$R < 0{,}009 \times \left|\frac{1}{C\omega}\right|$$

où R : résistance en Ω par phase
L : inductance en H par phase
ω : pulsation en rad/s
C : capacité totale entre phases en F

Courant de déséquilibre condensateur



Fonctionnement

Cette fonction mesure le courant de déséquilibre des gradins de condensateurs raccordés en double étoile. Ce courant est caractéristique d'une dégradation des cellules du condensateur.

La mesure est effectuée par les voies supplémentaires courant phase et homopolaire :

- I'1 : mesure du courant de déséquilibre gradin de condensateurs n° 1
- I'2 : mesure du courant de déséquilibre gradin de condensateurs n° 2
- I'3 : mesure du courant de déséquilibre gradin de condensateurs n° 3
- I'0 : mesure du courant de déséquilibre gradin de condensateurs n° 4

Lecture

Ces mesures sont accessibles :

- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0,02 à 20 I'n
Unité	A
Résolution	0,1 A
Précision	±5 %
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Fonctionnement

La fonction surveillance TP (Transformateur de Potentiel) permet de surveiller la chaîne complète de mesure des tensions phase et résiduelle :

- les transformateurs de potentiel
- le raccordement des TP au Sepam
- les entrées analogiques tension de Sepam.

Elle existe en deux exemplaires ; le premier surveille les TP des voies tensions principales ; le second surveille les TP des voies tensions supplémentaires.

Cette fonction traite les défaillances suivantes :

- perte partielle des tensions phase, détectée par :
  - présence de tension inverse
  - et absence de courant inverse
- perte de toutes les tensions phase, détectée par :
  - présence de courant sur une des trois phases
  - et absence de toutes les tensions mesurées
- déclenchement de la protection des TP phase (et/ou TP résiduel), détectée par acquisition sur une entrée logique du contact de fusion fusible ou du contact auxiliaire du disjoncteur assurant la protection des TP
- d'autres cas de défaillance peuvent être traités grâce à l'éditeur d'équations logiques.

Les informations "Défaut tension phase" et "Défaut tension résiduelle" disparaissent automatiquement lors du retour à la normale, c'est-à-dire dès que :

- la cause du défaut a disparu
- et toutes les tensions mesurées sont présentes.

Prise en compte de l'information disjoncteur fermé

L'information "disjoncteur fermé" est prise en compte pour détecter la perte d'une, deux ou trois tensions si elle est raccordée à une entrée logique.

Dans certain cas d'application, la position du disjoncteur n'est pas suffisante pour déterminer la présence de tensions. L'éditeur d'équation permet alors de définir plus pécisément les cas de présence tension.

Schéma de principe : détection défaut tension phase.

DE10361

Perte partielle des tensions phase (voies principales uniquement)

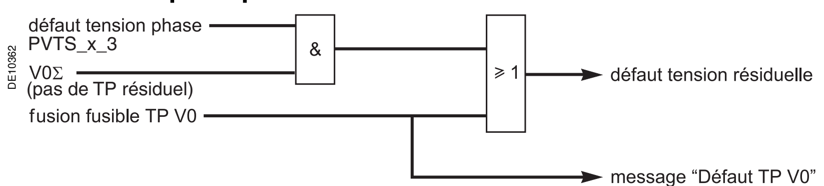
Ii
Ii < Isi
Vi
Vi > Vsi
disjoncteur fermé
&
T1 0

Perte de toutes les tensions phase

max (tensions mesurées) < 10 % Unp
max (I1, I2, I3) > 10 % In
disjoncteur fermé
présence tension PVTS_x_117
&
T2 0
≥ 1

fusion fusible TP phase
défaut TP phase PVTS_x_103
min (tensions mesurées) > 40 % Unp
1
0
défaut tension phase PVTS_x_3 et message "Défaut TP"

Schéma de principe : détection défaut tension résiduelle.



Conséquences d'un défaut TP sur les fonctions de protection

Un "Défaut tension phase" affecte les fonctions de protection suivantes :

- 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 78PS
- 59, uniquement dans le cas où la protection est configurée en maximum de tensions simples, lorsque la mesure des tensions est faite par deux TP phase + TPV0
- 67.

Un "Défaut tension résiduelle" affecte les fonctions de protection suivantes :

- 59N
- 67N/67NC.

Le comportement de ces fonctions de protection en cas de "Défaut tension phase" ou de "Défaut tension résiduelle" est à paramétrer et les choix proposés sont les suivants :

- pour les protections 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 59N, 59, 78PS : inhibition ou non
- pour la protection 67 : inhibition ou fonctionnement non directionnel (50/51)
- pour la protection 67N/67NC : inhibition ou fonctionnement non directionnel (50N/51N).

Surveillance TP
Code ANSI 60FL

Conseils de réglage

La perte partielle des tensions est basée sur la détection de présence de tension inverse et d'absence de courant inverse.
Par défaut :
- la présence de tension inverse est détectée lorsque : Vi > 10 % Vnp (Vsi)
- l'absence de courant inverse est détectée lorsque : Ii < 5 % In (Isi)
- la temporisation T1 est de 1 s.

Ces réglages par défaut assurent la stabilité de la fonction surveillance TP en cas de court-circuit ou de phénomènes transitoires sur le réseau.
En cas de réseau fortement déséquilibré, le seuil Isi peut être augmenté.

La temporisation T1 est à régler à une valeur inférieure au temps de déclenchement des fonctions de protection de tension et de puissance.

La temporisation T2 de détection de la perte de toutes les tensions doit être plus longue que le temps d'élimination d'un court-circuit par une protection 50/51 ou 67, pour éviter de détecter un défaut TP sur perte des tensions provoquée par un court-circuit triphasé.

La temporisation de la protection 51V doit être plus longue que les temporisations T1 et T2 utilisées pour la détection de perte de tension.

Caractéristiques

Validation détection de la perte partielle des tensions phase	
Réglage	Oui / Non
Seuil Vsi	
Réglage	10 % à 100 % de Vnp
Précision	±5 %
Résolution	1 %
Pourcentage de dégagement	95 % ±2,5 %
Seuil Isi	
Réglage	5 % à 100 % de In
Précision	±5 %
Résolution	1 %
Pourcentage de dégagement	105 % ±2,5 % ou > (1 + 0,01 In/Isi) x 100 %
Temporisation T1 (perte partielle des tensions phase)	
Réglage	0,1 s à 300 s
Précision	±2 % ou ± 25 ms
Résolution	10 ms
Validation détection de la perte de toutes les tensions phase	
Réglage	Oui / Non
Détection de la perte de toutes les tensions avec vérification présence courant	
Réglage	Oui / Non
Présence tension détectée par	
Réglage	Disjoncteur fermé / Equation logique ou Logipam
Temporisation T2 (perte de toutes les tensions)	
Réglage	0,1 s à 300 s
Précision	±2 % ou ± 25 ms
Résolution	10 ms
Comportement sur protections tension et puissance	
Réglage	Sans action / Inhibition
Comportement sur protection 67	
Réglage	Non-directionnelle / Inhibition
Comportement sur protection 67N/67NC	
Réglage	Non-directionnelle / Inhibition

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Défaut TP phase	PVTS_x_103	■	■
Inhibition de la fonction	PVTS_x_113	■	■
Présence tension	PVTS_x_117	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie fonction	PVTS_x_3	■	■	■
Fonction inhibée	PVTS_x_16	■	■	

Nota : *x = numéro d'exemplaire : x = 1 : voies principales (V).*
x = 2 : voies supplémentaires (V').

Fonctionnement

La fonction surveillance TC (Transformateur de Courant) permet de surveiller la chaîne complète de mesure des courants phase :
- les capteurs de courant phase (TC 1 A/5 A ou LPCT)
- le raccordement des capteurs de courant phase au Sepam
- les entrées analogiques courant phase de Sepam.

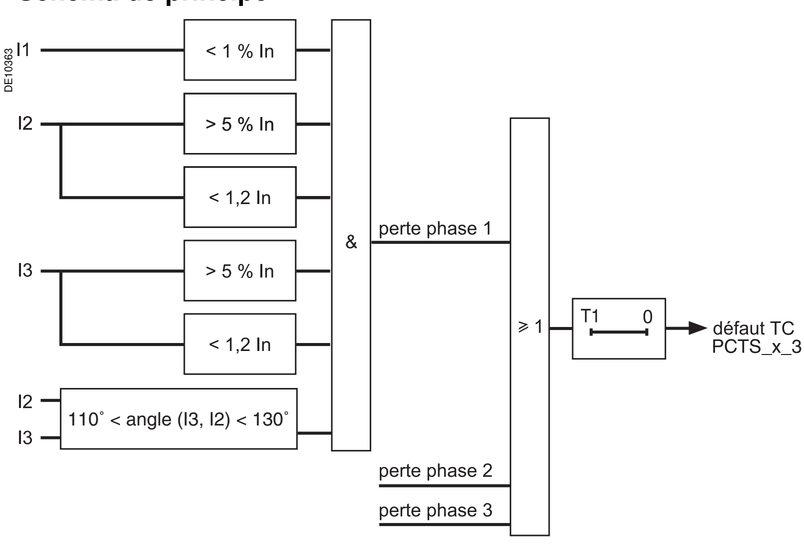
Elle existe en deux exemplaires, le premier exemplaire surveille les TC des voies courant principales (I), le second exemplaire surveille les TC des voies courant supplémentaires (I').

Cette fonction est inactive si seulement 2 capteurs de courant phase sont raccordés.

L'information "Défaut TC (principaux)" ou "Défaut TC' (supplémentaires)" disparaît automatiquement lors du retour à la normale, c'est-à-dire dès que trois courants phase sont mesurés et sont de valeur supérieure à 10 % de In.

En cas de perte d'un courant phase, les fonctions de protection suivantes peuvent être inhibées afin d'éviter tout déclenchement intempestif :
- 21B, 46, 40, 32P, 37P, 32Q, 78PS, 64REF
- 51N et 67N, si I0 est calculé par somme des courants phase.

Schéma de principe

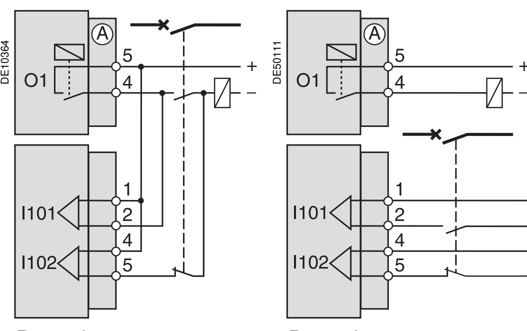


Caractéristiques

Temporisation				
Réglage		0,15 s à 300 s		
Précision		±2 % ou ± 25 ms		
Résolution		10 ms		
Inhibition des protections 21B, 32P, 32Q, 37P, 40, 46, 51N, 64REF, 67N, 78PS				
Réglage		Sans action / inhibition		
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Inhibition de la fonction	PCTS_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie fonction	PCTS_x_3	■	■	■
Défaut phase 1	PCTS_x_7	■	■	
Défaut phase 2	PCTS_x_8	■	■	
Défaut phase 3	PCTS_x_9	■	■	
Fonction inhibée	PCTS_x_16	■	■	

Nota : *x = numéro d'exemplaire : x = 1 : voies principales (I).*
x = 2 : voies supplémentaires (I').

Surveillance du circuit de déclenchement et complémentarité
Code ANSI 74



Raccordement pour surveillance d'une bobine à mise de tension.

Raccordement pour surveillance d'une bobine à manque de tension.

Fonctionnement

Cette surveillance est destinée aux circuits de déclenchement :
- ■ par bobine à émission

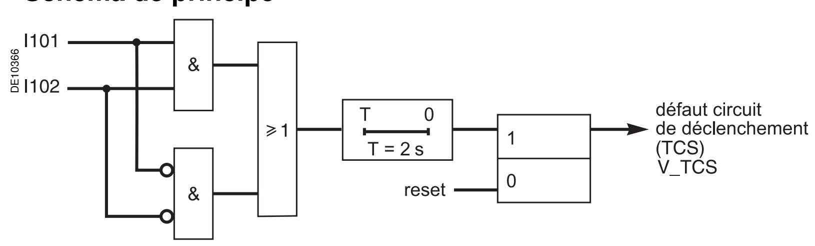
La fonction détecte :
- □ la continuité du circuit
- □ la perte d'alimentation
- □ la non complémentarité des contacts de positions.

La fonction inhibe la fermeture de l'appareil de coupure.
- ■ par bobine à manque de tension

La fonction détecte :
- □ la non complémentarité des contacts de positions, la surveillance de la bobine n'étant dans ce cas pas nécessaire.

L'information est accessible dans la matrice (message "circuit de déclenchement") et à travers la télésignalisation TS1.

Schéma de principe



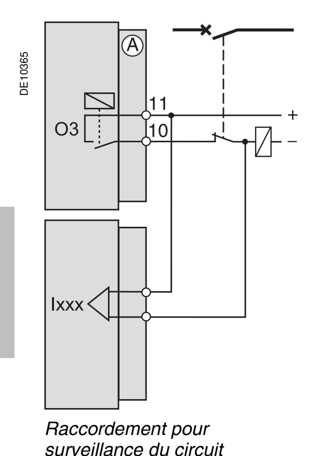
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Défaut circuit de déclenchement	V_TCS		■	■

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS1	BI17	1, 160, 36	XCBR1.EEHealth.stVal

2

Surveillance du circuit d’enclenchement et des ordres ouverture et fermeture
Code ANSI 74



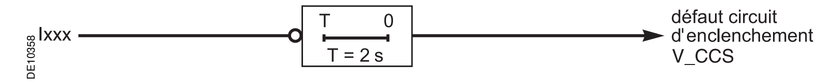
Raccordement pour surveillance du circuit d’enclenchement.

Surveillance du circuit d’enclenchement

Fonctionnement

Cette fonction surveille la continuité de la bobine d’enclenchement. Pour être utilisée, le schéma de cablâge ci-contre doit être réalisé et câblé sur une entrée logique configurée avec la fonction "Surveillance bobine d’enclenchement".
L’information est accessible dans la matrice (message "circuit enclenchement") et à travers la télésignalisation TS234.

Schéma de principe



Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Défaut circuit d’enclenchement	V_CCS		■	■

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS234	BI121	2, 21, 23	XCBR1.EEHealth.stVal

Surveillance des ordres ouverture et fermeture

Fonctionnement

Suite à une commande d’ouverture ou de fermeture du disjoncteur, on vérifie au bout d’une temporisation de 200 ms si le disjoncteur a bien changé son état.
Si l’état du disjoncteur n’est pas conforme à la dernière commande passée, un message "Défaut commande" ainsi que la TS2 sont générés.

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Défaut commande (surveillance disjoncteur)	V_CTRLFAUT		■	■

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

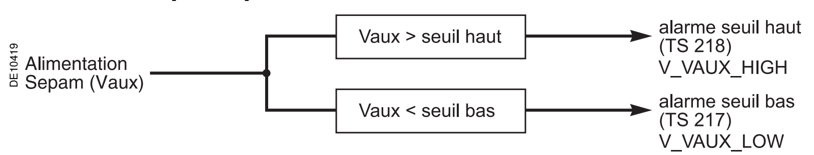
Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS2	BI16	1, 20, 5	Command Termination -

Surveillance de l'alimentation auxiliaire

Fonctionnement

L'alimentation auxiliaire est un paramètre important du bon fonctionnement d'une cellule. Cette fonction permet sa surveillance par la mesure de la tension d'alimentation du Sepam et la comparaison à un seuil bas et à un seuil haut. Le franchissement de ces seuils génère une alarme. Les informations correspondantes sont disponibles dans la matrice et dans Logipam.

Schéma de principe



Lecture

La tension auxiliaire est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Tension auxiliaire mesurée Vaux, Alarme seuil bas, Alarme seuil haut				
Plage de mesure		20 à 275 V CC		
Unité		V		
Résolution		0,1 V (1 V sur afficheur)		
Précision		±10% ou ±4 V		
Période de rafraîchissement		1 seconde (typique)		
Tension auxiliaire nominale				
Réglage		24 à 250 V CC		
Résolution		1 V		
Seuil bas				
Réglage		60 à 95 % de Vnom (minimum 20 V)		
Résolution		1 V		
Précision		±10% ou ±4 V		
Seuil haut				
Réglage		105 à 150 % de Vnom (maximum 275 V)		
Résolution		1 V		
Précision		±10% ou ±4 V		
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Surveillance alimentation auxiliaire en service	V_VAUX_ON		■	
Alarm seuil haut	V_VAUX_HIGH		■	■
Alarm seuil bas	V_VAUX_LOW		■	■

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS217	BI13	2, 20, 10	LPHD1.PwrSupAlm.stVal
TS218	BI14	2, 20, 11	LPHD1.PwrSupAlm.stVal

Surveillance des ampères coupés

Fonctionnement

Cette fonction fournit, pour cinq plages de courant, le cumul de kilo-ampères coupés, exprimé en (kA)².
Elle est basée sur la mesure du fondamental sur les voies principales (I).
Les plages de courant affichées sont :
- $0 < I < 2$ In
- 2 In $< I < 5$ In
- 5 In $< I < 10$ In
- 10 In $< I < 40$ In
- $I > 40$ In.

Cette fonction fournit également le total cumulé des kilo-ampères coupés, exprimé en (kA)². Cette valeur est surveillée par un seuil réglable. Le dépassement de ce seuil entraine l'émission d'une alarme et est disponible dans la matrice et à travers la télésignalisation TS235.
Chaque valeur est sauvegardée sur coupure de l'alimentation auxiliaire.
Des valeurs initiales peuvent être introduites à l'aide du logiciel SFT2841 pour tenir compte de l'état réel d'un appareil de coupure usagé.
Se référer à la documentation de l'appareil de coupure pour l'exploitation de ces informations.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Ampères coupés mesurés				
Plage		0 à 65535 (kA)²		
Unité		(kA)² primaire		
Résolution		1(kA)²		
Précision (1)		±10 % ±1 digit		
Seuil alarme				
Réglage		0 à 65535 (kA)²		
Résolution		1(kA)²		
Précision (1)		±10 % ±1 digit		
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Dépassement seuil ampères coupés cumulés	V_MAXBRKCUR		■	■

(1) A In, dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS235	BI135	2, 21, 40	XCBR1.SumSwAAlm.stVal

Nombre de manœuvres

Fonctionnement

Cette fonction fournit le nombre total de manœuvres de l'appareil de coupure.
Elle est activée par la commande de déclenchement (relais O1).
Le nombre de manœuvres est sauvegardé sur coupure de l'alimentation auxiliaire.
Il peut être réinitialisé en utilisant le logiciel SFT2841.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage	0 à 4.10^9
Unité	sans
Résolution	1
Période de rafraichissement	1 seconde (typique)

Temps de manœuvre

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur du temps de manœuvre à l'ouverture d'un appareil de coupure [1] déterminée à partir de la commande d'ouverture (relais O1) et le changement d'état du contact de position appareil ouvert câblé sur l'entrée I102 [2].
Cette valeur est sauvegardée sur coupure de l'alimentation auxiliaire.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

(1) Se référer à la documentation de l'appareil de coupure pour l'exploitation de ces informations.
(2) Module optionnel MES120.

Caractéristiques

Plage de mesure	20 à 100
Unité	ms
Résolution	1 ms
Précision	±1 ms typique
Format afficheur	3 chiffres significatifs

Temps de réarmement

Fonctionnement

Cette fonction fournit la valeur du temps de réarmement de la commande d'un appareil de coupure [1] déterminée à partir du contact changement d'état de la position fermée de l'appareil et du contact fin d'armement câblés sur les entrées logiques [2] du Sepam.
Cette valeur est sauvegardée sur coupure de l'alimentation auxiliaire.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

(1) Se référer à la documentation de l'appareil de coupure pour l'exploitation de ces informations.
(2) Module optionnel MES120.

Caractéristiques

Plage de mesure	1 à 20
Unité	s
Résolution	1s
Précision	±0,5 sec
Format afficheur	3 chiffres significatifs

Nombre de débrochages

Fonctionnement

Cette fonction comptabilise les débrochages du disjoncteur ou contacteur.
Cette information peut être utilisée pour la maintenance de l'appareil de coupure.
La position "débroché" de l'appareil de coupure doit être câblée sur une entrée logique et paramétrée sur le logiciel SFT2841 pour permettre le comptage de chaque débrochage.
Le nombre de débrochages est sauvegardé en cas de coupure d'alimentation auxiliaire. Il peut être réinitialisé en utilisant le logiciel SFT2841.

Lecture

Cette mesure est accessible :
- sur l'afficheur de Sepam à l'aide de la touche
- sur l'écran d'un PC avec le logiciel SFT2841
- par la communication.

Caractéristiques

Plage de mesure	0 à 65535
Unité	sans
Résolution	1
Période de rafraîchissement	1 seconde (typique)

Sommaire

Sommaire

Gammes de réglages

Fonctions	Réglages		Temporisations
ANSI 12 - Maximum de vitesse			
	100 à 160 % de Ωn		1 à 300 s
ANSI 14 - Minimum de vitesse			
	10 à 100 % de Ωn		1 à 300 s
ANSI 21B - Minimum d'impédance			
Impédance Zs	0,05 à 2,00 Vn/Ib		
ANSI 24 - Surfluxage (V/Hz)			
Courbe de déclenchement	Temps indépendant		
	Temps dépendant type A, B ou C		
Seuil Gs	1,03 à 2 pu	Temps indépendant	0,1 à 20000 s
		Temps dépendant	0,1 à 1250 s
ANSI 25 - Contrôle de synchronisme			
Tensions mesurées	Phase-phase	Phase-neutre	
Tension composée nominale primaire			
Unp sync1 (Vnp sync1 = Unp sync1/$\sqrt{3}$)	220 V à 250 kV	220 V à 250 kV	
Unp sync2 (Vnp sync2 = Unp sync2/$\sqrt{3}$)	220 V à 250 kV	220 V à 250 kV	
Tension composée nominale secondaire			
Uns sync1	90 V à 120 V	90 V à 230 V	
Uns sync2	90 V à 120 V	90 V à 230 V	
Seuils de contrôle			
Seuil dUs	3 % à 30 % de Unp sync1	3 % à 30 % de Vnp sync1	
Seuil dfs	0,05 à 0,5 Hz	0,05 à 0,5 Hz	
Seuil dPhi	5 à 80°	5 à 80°	
Seuil Us haut	70 % à 110 % Unp sync1	70 % à 110 % Vnp sync1	
Seuil Us bas	10 % à 70 % Unp sync1	10 % à 70 % Vnp sync1	
Autres réglages			
Temps d'avance	0 à 0,5 s	0 à 0,5 s	
Modes de fonctionnement : autorisation de couplage en cas d'absence de tension	Dead1 AND Live2	Dead1 AND Live2	
	Live1 AND Dead2	Live1 AND Dead2	
	Dead1 XOR Dead2	Dead1 XOR Dead2	
	Dead1 OR Dead2	Dead1 OR Dead2	
	Dead1 AND Dead2	Dead1 AND Dead2	

Gammes de réglages

Fonctions	Réglages	Temporisations
ANSI 27 - Minimum de tension (L-L) ou (L-N)		
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	
	Temps dépendant	
Seuil	5 à 100 % de Unp ou Vnp	0,05 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U’)	
ANSI 27D - Minimum de tension directe		
Seuil et temporisation	15 à 60 % de Unp	0,05 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U’)	
ANSI 27R - Minimum de tension rémanente		
Seuil et temporisation	5 à 100 % de Unp	0,05 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U’)	
ANSI 27TN/64G2 - Minimum de tension résiduelle harmonique 3		
Seuil Vs (seuil fixe)	0,2 à 20 % de Vntp	0,5 à 300 s
Seuil K (seuil adaptatif)	0,1 à 0,2	0,5 à 300 s
Tension directe minimum	50 à 100 % de Unp	
Puissance apparente minimum	1 à 90 % de Sb (Sb = √3.Un.Ib)	
ANSI 32P - Maximum de puissance active directionnelle		
	1 à 120 % de Sn (1)	0,1 s à 300 s
ANSI 32Q - Maximum de puissance réactive directionnelle		
	5 à 120 % de Sn (1)	0,1 s à 300 s
ANSI 37 - Minimum de courant phase		
	0,05 à 1 Ib	0,05 s à 300 s
ANSI 37P - Minimum de puissance active directionnelle		
	5 à 100 % de Sn (1)	0,1 s à 300 s
ANSI 38/49T - Surveillance température		
Seuil d’alarme TS1	0 °C à 180 °C ou 32 °F à 356 °F	
Seuil de déclenchement TS2	0 °C à 180 °C ou 32 °F à 356 °F	
ANSI 40 - Perte d’excitation (minimum d’impédance)		
Point commun : Xa	0,02 Vn/Ib à 0,2 Vn/Ib + 187,5 kΩ	
Cercle 1 : Xb	0,2 Vn/Ib à 1,4 Vn/Ib + 187,5 kΩ	0,05 à 300 s
Cercle 2 : Xc	0,6 Vn/Ib à 3 Vn/Ib + 187,5 kΩ	0,1 à 300 s

(1) *Sn* = √3.In.Unp.

Fonctions	Réglages		Temporisations	
ANSI 46 - Maximum de composante inverse				
Courbe de déclenchement	Temps indépendant			
	Schneider Electric			
	CEI : SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C			
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)			
	RI² (constante de réglage de 1 à 100)			
Seuil Is	0,1 à 5 Ib	Temps indépendant	0,1 à 300 s	
	0,1 à 0,5 Ib (Schneider Electric)	Temps dépendant	0,1 à 1s	
	0,1 à 1 Ib (CEI, IEEE)			
	0,03 à 0,2 Ib (RI²)			
Origine de la mesure	Voies principales (I) ou voies supplémentaires (I')			
ANSI 47 - Maximum de tension inverse				
Seuil et temporisation	1 à 50 % de Unp		0,05 à 300 s	
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U')			
ANSI 48/51LR - Démarrage trop long / blocage rotor				
Seuil Is	0,5 Ib à 5 Ib	Durée de démarrage ST	0,5 s à 300 s	
		Temporisations LT et LTS	0,05 s à 300 s	
ANSI 49RMS - Image thermique câble				
Courant admissible	1 à 1,73 Ib			
Constante de temps T1	1 à 600 mn			
ANSI 49RMS - Image thermique condensateur				
Courant d'alarme		1,05 Ib à 1,70 Ib		
Courant de déclenchement		1,05 Ib à 1,70 Ib		
Positionnement de la courbe de déclenchement à chaud	Courant de réglage	1,02 x courant de déclenchement à 2 Ib		
	Temps de réglage	1 mn à 2000 mn (plage variable en fonction des courants de déclenchement et de réglage)		
ANSI 49RMS - Image thermique machine			**Régime 1**	**Régime 2**
Coefficient de composante inverse		0 - 2,25 - 4,5 - 9		
Constante de temps	Echauffement		T1 : 1 à 600 mn	T1 : 1 à 600 mn
	Refroidissement		T2 : 5 à 600 mn	T2 : 5 à 600 mn
Seuils alarme et déclenchement (ES1 et ES2)		0 à 300 % de l'échauffement nominal		
Echauffement initial (ES0)		0 à 100 %		
Condition de changement de régime		par entrée logique		
		par seuil Is réglable de 0,25 à 8 Ib		
Température maxi de l'équipement		60 à 200 °C (140°F à 392°F)		
Origine de la mesure	Voies principales (I) ou voies supplémentaires (I')			
ANSI 50BF - Protection contre les défauts disjoncteurs				
Présence courant	0,2 à 2 In			
Temps de fonctionnement	0,05 s à 3 s			
ANSI 50/27 - Mise sous tension accidentelle				
Seuil Is	0,05 à 4 In			
Seuil Vs	10 à 100 % Unp		T1 : 0 à 10 s	
			T2 : 0 à 10 s	
ANSI 50/51 - Maximum de courant phase				
	Temporisation de déclenchement	**Temporisation de maintien**		
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	DT		
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT		
	RI	DT		
	CEI : SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT ou IDMT		
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)	DT ou IDMT		
	IAC : I, VI, EI	DT ou IDMT		
	Personnalisée	DT		
Seuil Is	0,05 à 24 In	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s	
	0,05 à 2,4 In	Temps dépendant	0,1 s à 12,5 s à 10 Is	
Temps de maintien	Temps indépendant (DT ; timer hold)		Inst ; 0,05 s à 300 s	
	Temps dépendant (IDMT ; reset time)		0,5 s à 20 s	
Origine de la mesure	Voies principales (I) ou voies supplémentaires (I')			
Confirmation	Sans			
	Par maximum de tension inverse			
	Par minimum de tension composée			

***(1)** Déclenchement à partir de 1,2 Is.*

Gammes de réglages

Fonctions	Réglages		Temporisations
ANSI 50N/51N ou 50G/51G - Maximum de courant terre			
	Temporisation de déclenchement	**Temporisation de maintien**	
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI : SIT/A,LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT ou IDMT	
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)	DT ou IDMT	
	IAC : I, VI, EI	DT ou IDMT	
	EPATR-B, EPATR-C	DT	
	Personnalisée	DT	
Seuil Is0	0,01 à 15 In0 (min. 0,1 A)	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s
	0,01 à 1 In0 (min. 0,1 A)	Temps dépendant	0,1 s à 12,5 s à 10 Is0
	0,6 à 5 A	EPATR-B	0,5 à 1 s
	0,6 à 5 A	EPATR-C	0,1 à 3 s
Temps de maintien	Temps indépendant (DT ; timer hold)		Inst ; 0,05 s à 300 s
	Temps dépendant (IDMT ; reset time)		0,5 s à 20 s
Origine de la mesure	Entrée I0, entrée I'0, somme des courants phase I0Σ ou somme des courants phase I'0Σ		
ANSI 50V/51V - Maximum de courant phase à retenue de tension			
	Temporisation de déclenchement	**Temporisation de maintien**	
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI : SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT ou IDMT	
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)	DT ou IDMT	
	IAC : I, VI, EI	DT ou IDMT	
	Personnalisée	DT	
Seuil Is	0,5 à 24 In	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s
	0,5 à 2,4 In	Temps dépendant	0,1 s à 12,5 s à 10 Is
Temps de maintien	Temps indépendant (DT ; timer hold)		Inst ; 0,05 s à 300 s
	Temps dépendant (IDMT ; reset time)		0,5 s à 20 s
Origine de la mesure	Voies principales (I) ou voies supplémentaires (I')		
ANSI 51C - Déséquilibre gradins de condensateurs			
Seuil Is	0,05 A à 2 I'n	Temps indépendant	0,1 à 300 s
ANSI 59 - Maximum de tension (L-L) ou (L-N)			
Seuil et temporisation	50 à 150 % de Unp ou Vnp		0,05 à 300 s
Seuil et temporisation pour voies supplémentaires de l'application B83	1,5 à 150 % de U'np ou V'np		0,05 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U')		
ANSI 59N - Maximum de tension résiduelle			
Courbe de déclenchement	Temps indépendant		
	Temps dépendant		
Seuil	2 à 80 % de Unp	Temps indépendant	0,05 à 300 s
	2 à 10 % de Unp	Temps dépendant	0,1 à 100 s
Origine de la mesure	Voie principale (V0), voie supplémentaire (V'0) ou tension point neutre Vnt		
ANSI 64REF - Différentielle de terre restreinte			
Seuil Is0	0,05 à 0,8 In (In ⩾ 20 A)		
	0,1 à 0,8 In (In < 20 A)		
Origine de la mesure	Voies principales (I, I0) ou voies supplémentaires (I', I'0)		
ANSI 66 - Limitation du nombre de démarrages			
Nombre total de démarrages par période	1 à 60	Période	1 à 6 h
Nombre de démarrages successifs	1 à 60	T arrêt-démarrage	0 à 90 mn

***(1)** Déclenchement à partir de 1,2 Is.*

3

Fonctions	Réglages		Temporisations
ANSI 67 - Maximum de courant phase directionnelle			
Angle caractéristique	30°, 45°, 60°		
	Temporisation de déclenchement	**Temporisation de maintien**	
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI : SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT ou IDMT	
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)	DT ou IDMT	
	IAC : I, VI, EI	DT ou IDMT	
	Personnalisée	DT	
Seuil Is	0,1 à 24 In	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s
	0,1 à 2,4 In	Temps dépendant	0,1 s à 12,5 s à 10 Is
Temps de maintien	Temps indépendant (DT ; timer hold)		Inst ; 0,05 s à 300 s
	Temps dépendant (IDMT ; reset time)		0,5 s à 20 s
ANSI 67N/67NC type 1 - Maximum de courant terre directionnelle, suivant la projection de I0			
Angle caractéristique	-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°		
Seuil Is0	0,01 à 15 In0 (mini. 0,1 A)	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s
Seuil Vs0	2 à 80 % de Unp		
Temps mémoire	Durée T0mem	0 ; 0,05 s à 300 s	
	Seuil de validité V0mem	0 ; 2 à 80 % de Unp	
Origine de la mesure	Entrée I0 ou entrée I'0		
ANSI 67N/67NC type 2 - Maximum de courant terre directionnelle, suivant le module de I0 directionnalisé sur un demi-plan de déclenchement			
Angle caractéristique	-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°		
	Temporisation de déclenchement	**Temporisation de maintien**	
Courbe de déclenchement	Temps indépendant	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI : SIT/A,LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT ou IDMT	
	IEEE : MI (D), VI (E), EI (F)	DT ou IDMT	
	IAC : I, VI, EI	DT ou IDMT	
	Personnalisée	DT	
Seuil Is0	0,01 à 15 In0 (mini. 0,1 A)	Temps indépendant	Inst ; 0,05 s à 300 s
	0,01 à 1 In0 (mini. 0,1 A)	Temps dépendant	0,1 s à 12,5 s à 10 Is0
Seuil Vs0	2 à 80 % de Unp		
Temps de maintien	Temps indépendant (DT ; timer hold)		Inst ; 0,05 s à 300 s
	Temps dépendant (IDMT ; reset time)		0,5 s à 20 s
Origine de la mesure	Entrée I0 ou entrée I'0 ou somme des courants phase I0Σ		
ANSI 67N/67NC type 3 - Maximum de courant terre directionnelle, suivant le module de I0 directionnalisé sur un secteur de déclenchement			
Angle de début du secteur de déclenchement	0° à 359°		
Angle de fin du secteur de déclenchement	0° à 359°		
Seuil Is0 — Tore CSH (calibre 2 A)	0,1 A à 30 A	Temps indépendant	Inst ; 0,05 à 300 s
TC 1 A	0,005 à 15 In0 (mini 0,1 A)		
Tore + ACE990 (plage 1)	0,01 à 15 In0 (mini 0,1 A)		
Seuil Vs0	V0 calculé (somme des 3 tensions)	2 à 80 % de Unp	
	V0 mesuré (TP externe)	0,6 à 80 % de Unp	
Origine de la mesure	Entrée I0 ou entrée I'0		

***(1)** Déclenchement à partir de 1,2 Is.*

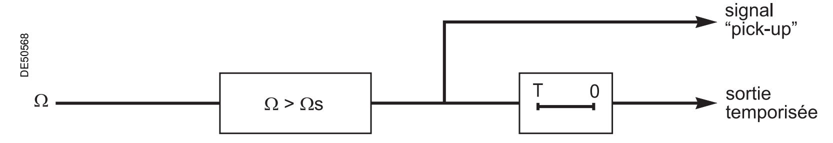
Fonctions	Réglages		Temporisations
ANSI 78PS - Perte de synchronisme			
Temporisation (loi des aires)	0,1 à 300 s		
Nombre de tours maximum (inversion de puissance)	1 à 30		
Durée entre 2 inversions de puissance	1 à 300 s		
ANSI 81H - Maximum de fréquence			
Seuil et temporisation	50 à 55 Hz ou 60 à 65 Hz		0,1 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U’)		
ANSI 81L - Minimum de fréquence			
Seuil et temporisation	40 à 50 Hz ou 50 à 60 Hz		0,1 à 300 s
Origine de la mesure	Voies principales (U) ou voies supplémentaires (U’)		
ANSI 81R - Dérivée de fréquence			
	0,1 à 10 Hz/s		0,15 à 300 s
ANSI 87M - Différentielle machine			
Seuil Ids	0,05 à 0,5 In (In ≥ 20 A)		
	0,1 à 0,5 In (In < 20 A)		
ANSI 87T - Différentielle transformateur			
Seuil Haut	3 à 18 In1		
Courbe à pourcentage			
Seuil Ids	30 à 100 % In1		
Pente Id/It	15 à 50 %		
Pente Id/It2	Sans, 50 à 100 %		
Point de changement de pente	1 à 18 In1		
Retenue à l'enclenchement			
Seuil de courant	1 à 10 %		
Temporisation	0 à 300 s		
Retenue sur perte TC			
activité	En service / hors service		
Retenues sur taux d'harmoniques	**Classique**	**Auto-adaptative**	
Choix de la retenue	Classique	Auto-adaptative	
Seuil haut	En service	En service / hors service	
Seuil taux d'harmonique 2	Off , 5 à 40 %		
Retenue harmonique 2	Par phase / global		
Seuil taux d'harmonique 5	Off , 5 à 40 %		
Retenue harmonique 5	Par phase / global		

Maximum de vitesse
Code ANSI 12

Détection des survitesses machine pour la protection des générateurs ou des process.

Fonctionnement
Détection des survitesses machine, pour la détection des emballements de générateurs synchrones dus à la perte de synchronisme ou pour le contrôle du process par exemple.
Le calcul de la vitesse de rotation est basé sur la mesure du temps entre les impulsions générées par un détecteur de proximité au passage d'une ou plusieurs cames entraînées par la rotation de l'arbre du moteur ou du générateur (voir description plus précise au chapitre mesure).
Les paramètres d'acquisition de la vitesse sont à régler dans l'onglet "caractéristique particulière" du logiciel SFT2841.
L'entrée logique I104 doit être configurée avec la fonction "Mesure vitesse rotor" pour permettre l'utilisation de cette fonction.
La protection est excitée si la vitesse mesurée dépasse le seuil de vitesse.
La protection comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).

Schéma de principe



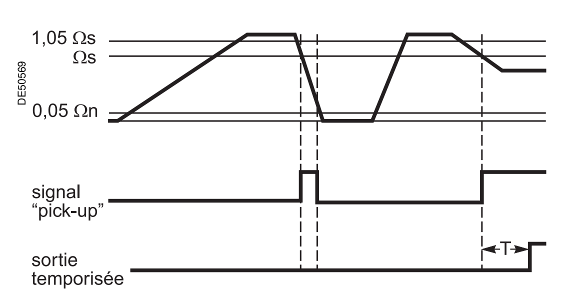
Caractéristiques

Réglages				
Seuil Ωs				
Plage de réglage	100 à 160 % de Ωn			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	95 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	1 s à 300 s			
Précision (1)	±25 ms ou ±(60000/(Ωs (2) x R (3))) ms			
Résolution	1 s			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P12_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P12_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P12_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P12_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P12_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Ωs en tr/mn.*
***(3)** R : nombre de repère (came) par tour.*

Minimum de vitesse
Code ANSI 14

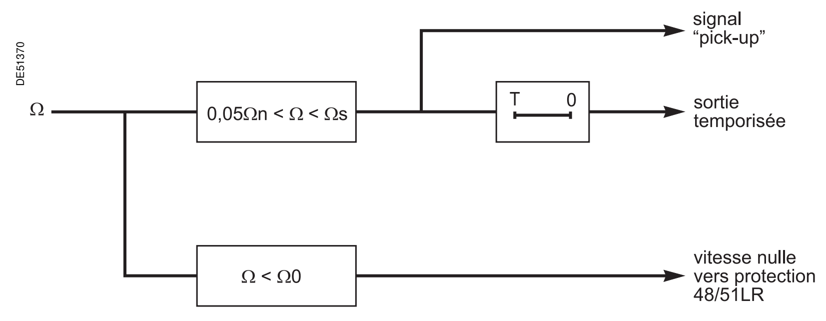
Surveillance des sous-vitesses et détection des blocages rotor.



Fonctionnement
Contrôle de la vitesse d'une machine :
- détection des sous-vitesses machine après démarrage, pour le contrôle du process par exemple
- information vitesse nulle pour la détection d'un blocage rotor.

Le calcul de la vitesse de rotation est basé sur la mesure du temps entre les impulsions générées par un détecteur de proximité au passage d'une ou plusieurs cames entraînées par la rotation de l'arbre du moteur ou du générateur (voir description plus précise au chapitre mesure).
Les paramètres d'acquisition de la vitesse et de détection de la vitesse nulle sont à régler dans l'onglet "caractéristique particulière" du logiciel SFT2841.
L'entrée logique I104 doit être configurée avec la fonction "Mesure vitesse rotor" pour permettre l'utilisation de cette fonction.
La protection est excitée si la vitesse mesurée repasse sous le seuil de vitesse en l'ayant au préalable dépassé de 5 %. La vitesse nulle est détectée par l'exemplaire 1 et sert à la protection 48/51LR pour détecter un blocage rotor.
La protection comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).

Schéma de principe



Caractéristiques

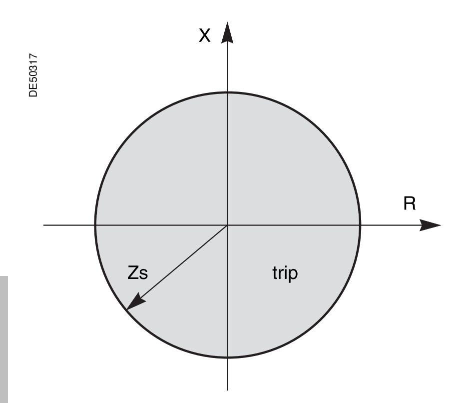
Réglages				
Seuil Ωs				
Plage de réglage	10 à 100 % de Ωn			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	1 s à 300 s			
Précision (1)	±25 ms ou ±(60000/(Ωs (2) x R (3))) ms			
Résolution	1 s avec T > (60/(Ωs (2) x R (3)))			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P14_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P14_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P14_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P14_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P14_x_16	■	■	
Vitesse nulle	P14_x_38	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Ωs en tr/mn.*
***(3)** R : nombre de repère (came) par tour.*

3

Minimum d'impédance
Code ANSI 21B

Protection des générateurs contre les courts-circuits entre phases.

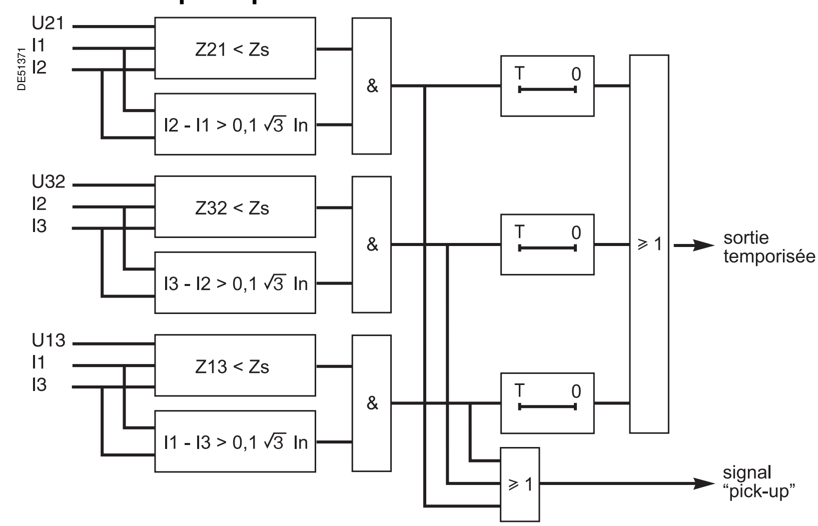


Fonctionnement

La protection est composée d'une caractéristique circulaire de déclenchement dans le plan d'impédance (R, X), temporisée à temps indépendant (constant, DT).
Elle est activée lorsque l'une des impédances apparentes entre phases pénètre dans la caractéristique de déclenchement.
Impédances apparentes :

$$\vec{Z}_{21} = \frac{\vec{U}_{21}}{\vec{I1} - \vec{I2}},\ \vec{Z}_{32} = \frac{\vec{U}_{32}}{\vec{I2} - \vec{I3}},\ \vec{Z}_{13} = \frac{\vec{U}_{13}}{\vec{I3} - \vec{I1}}.$$

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Seuil d'impédance Zs				
Plage de réglage	0,05Vn/Ib ≤ Zs ≤ 2 Vn/Ib ou 0,001 Ω			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	0,001 Ω ou 1 digit			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Temporisation				
Plage de réglage	200 ms ≤ T ≤ 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 35 ms de l'infini à Zs/2 (typique 25 ms)			
Temps de dépassement	< 40 ms			
Temps de retour	< 50 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P21B_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P21B_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P21B_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P21B_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P21B_1_16	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Exemple : générateur synchrone

Données du générateur synchrone :
- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233 %
- X'd = 21 %.

Réglage de la protection

Afin de régler la protection, il est nécessaire de calculer l'impédance de référence du générateur :
- Ib = S/(√3 Un1) = 289 A
- Zn = Un1/ (√3 Ib) = 12,59 Ω.

Typiquement la caractéristique de déclenchement est réglée à 30 % de l'impédance de référence du générateur :
Zs = 0,30 x Zn = 3,77 Ω.
Cette protection est utilisée en secours des autres protections. Elle est donc réglée sélectivement par rapport aux autres protections.
T = 0,9 s par exemple pour un réseau où l'élimination des défauts est faite en 0,6 s.

Surfluxage (V/Hz)
Code ANSI 24

Protection des circuits magnétiques, des transformateurs et des générateurs.

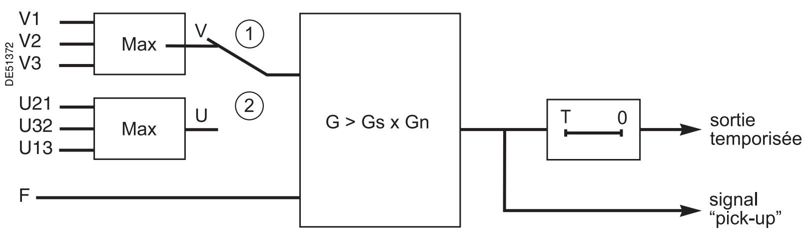
Fonctionnement
Protection détectant le surfluxage des circuits magnétiques d'un transformateur ou d'un générateur, par calcul du rapport entre la plus grande tension simple ou composée, divisée par la fréquence.

Le surfluxage des circuits magnétiques a pour origine l'utilisation de la machine à une tension excessive et/ou à une fréquence insuffisante. Il provoque une saturation des matériaux magnétiques, se traduisant par une augmentation de l'échauffement. Dans les cas sévères, un flux de fuite important peut apparaître et détériorer gravement les matériaux environnant le circuit magnétique.

La protection déclenche quand le rapport U/f ou V/f, selon le couplage de la machine, est plus grand que le seuil. Elle est temporisée à temps indépendant (constant ou DT) ou à temps dépendant selon 3 courbes (voir l'équation de la courbe de déclenchement en page 181).

Le seuil de déclenchement typique est de 1,05 pu.

Schéma de principe



où G = U/f ou V/f selon le couplage de la machine
Gn = Un/fn ou Vn/fn selon tension utilisée
Gs : le seuil.

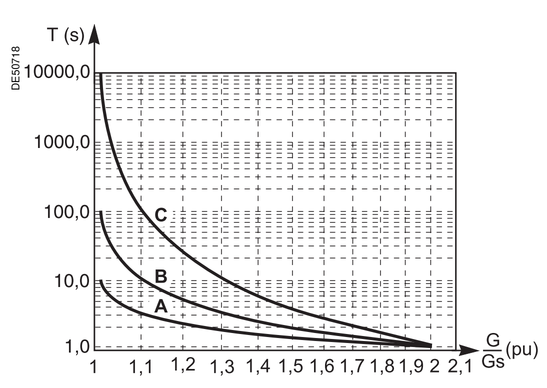
(1) *tension simple utilisée, voir tableau ci-dessous.*

(2) *tension composée utilisée, voir tableau ci-dessous.*

Couplage de la machine
Ce réglage permet d'adapter la mesure de la tension utilisée par la protection au couplage du circuit magnétique, en fonction des mesures permises par le câblage du Sepam.

Tension utilisée par la protection							
Câblage des TP	**3V**	**2U + V0**	**2U**	**1U + V0**	**1U**	**1V + V0**	**1V**
Couplage triangle	2	2	2	2	2	1	1
Couplage étoile	1	1	2	2	2	1	1

Surfluxage (V/Hz)
Code ANSI 24



Courbe à temps dépendant du rapport tension/fréquence.

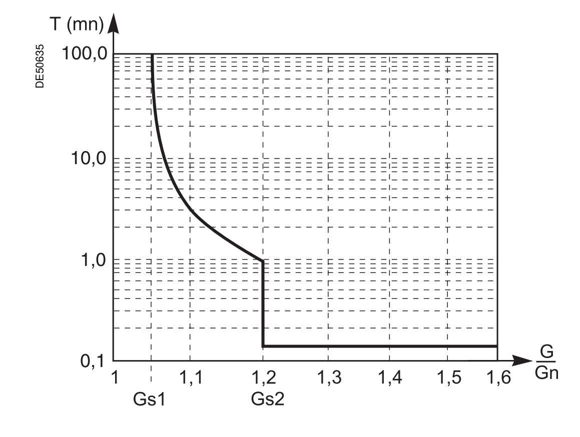
Caractéristiques

Réglages				
Couplage de la machine				
Plage de réglage		Triangle / étoile		
Courbe de déclenchement				
Plage de réglage		Indépendant Dépendant : type A, type B, type C		
Seuil Gs				
Plage de réglage		1,03 à 2,0 pu (2)		
Précision (1)		±2 %		
Résolution		0,01 pu (2)		
Pourcentage de dégagement		98 % ±1 %		
Temporisation T (temps de fonctionnement à 2 pu)				
A temps indépendant	Plage de réglage	0,1 à 20000 s		
	Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms		
A temps dépendant	Plage de réglage	0,1 à 1250 s		
	Précision (1)	±5 % ou de -10 ms à +25 ms		
Résolution		10 ms ou 1 digit		
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement		Pick-up < 40 ms de 0,9 Gs à 1,1 Gs à fn		
Temps de dépassement		< 40 ms de 0,9 Gs à 1,1 Gs à fn		
Temps de retour		< 50 ms de 1,1 Gs à 0,9 Gs à fn		

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P24_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P24_x_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P24_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P24_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P24_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** 1 pu représente 1 fois Gn.*

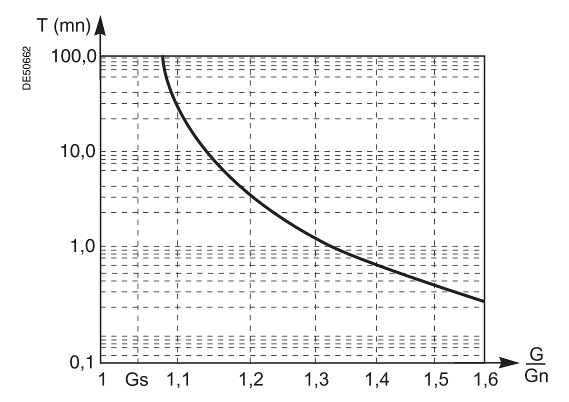


Exemple 1 : générateur synchrone

Un générateur est typiquement protégé avec deux seuils de déclenchement :
- un seuil à temps dépendant, réglé à 1,05 Gn avec un temps long.

Par exemple : courbe type B, Gs1 = 1,05 et T1 = 8 s
- un seuil à temps constant réglé autour de 1,2 Gn avec un temps de déclenchement d'une dizaine de secondes.

Par exemple : temps constant, Gs2 = 1,2 et T2 = 5 s.



Exemple 2 : transformateur

Un transformateur est généralement protégé avec un seuil de déclenchement à temps dépendant, réglé à 1,05 Gn avec un temps long.
Par exemple : courbe type C, Gs = 1,05 et T = 4 s.

Protection contrôlant le synchronisme des réseaux électriques de part et d'autre du disjoncteur et autorisant sa fermeture lorsque l'écart de tension, de fréquence et de phase sont dans les limites autorisées.

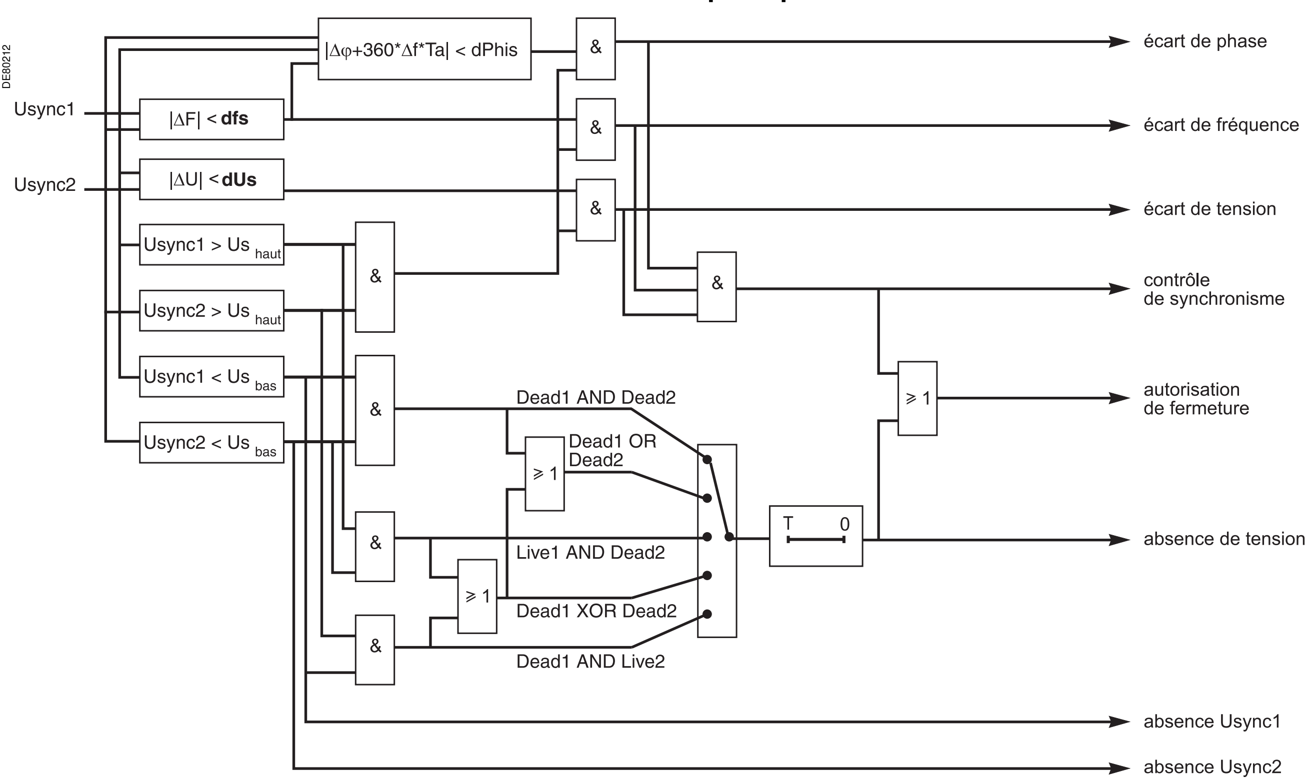
Fonctionnement

La fonction contrôle de synchronisme est destinée à permettre la fermeture d'un disjoncteur sans risque de couplage dangereux entre 2 sources de tensions Usync1 et Usync2. Les tensions comparées peuvent être 2 tensions composées ou 2 tensions simples.

La fonction est activée si les tensions comparées ont un écart de phase, de fréquence ou d'amplitude dans les limites fixées.

Cette fonction est disponible dans le module optionnel MCS025. L'information logique "autorisation de fermeture" du module est à câbler sur une entrée logique du Sepam. Toutes les autres informations logiques et les mesures sont remontées à l'unité de base Sepam par la liaison câble CCA785.

Schéma de principe



Anticipation

Il est possible d'anticiper d'un temps Ta, l'action de la fonction en tenant compte de l'écart de fréquence et du temps de fermeture du disjoncteur, pour que le synchronisme soit atteint à l'instant du couplage.

Contrôle des tensions

En l'absence d'une ou des 2 tensions, le couplage peut être autorisé suivant un des 5 modes de contrôle des tensions.

- Usync1 absente et Usync2 présente (Dead1 AND Live2)
- Usync1 présente et Usync2 absente (Live1 AND Dead2)
- Une tension est présente et l'autre absente (Dead1 XOR Dead2)
- L'une des 2 ou les 2 tensions sont absentes (Dead1 OR Dead2)
- Les 2 tensions sont absentes (Dead1 AND Dead2)

La présence de chacune des tensions est détectée par comparaison de la tension au seuil haut (Us haut). L'absence de chacune des tensions est détectée par comparaison de la tension au seuil bas (Us bas).

3

Contrôle de synchronisme
Code ANSI 25

Informations d'exploitation

Les mesures suivantes sont disponibles :

- écart de tension
- écart de fréquence
- écart de phase.

Caractéristiques

Réglages				
Seuil dUs				
Plage de réglage	3 % Unsync1 à 30 % Unsync1			
Précision (1)	±2,5 % ou 0,003 Unsync1			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	106 %			
Seuil dfs				
Plage de réglage	0,05 Hz à 0,5 Hz			
Précision (1)	±10 mHz			
Résolution	0,01 Hz			
Dégagement	< 15 mHz			
Seuil dPhis				
Plage de réglage	5° à 50°			
Précision (1)	±2°			
Résolution	1°			
Pourcentage de dégagement	120 %			
Seuil Us haut				
Plage de réglage	70 % Unsync1 à 110 % Unsync1			
Précision (1)	±1 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	93 %			
Seuil Us bas				
Plage de réglage	10 % Unsync1 à 70 % Unsync1			
Précision (1)	±1 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	106 %			
Anticipation du temps de fermeture du disjoncteur				
Plage de réglage	0,1 à 500 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Contrôle des tensions				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Mode de fonctionnement avec tension absente				
Plage de réglage	Dead1 AND Live2 Live1 AND Dead2 Dead1 XOR Dead2 Dead1 OR Dead2 Dead1 AND Dead2			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	< 190 ms			
Temps de fonctionnement dU	< 120 ms			
Temps de fonctionnement df	< 190 ms			
Temps de fonctionnement dPhi	< 190 ms			
Temps de retour	< 50 ms			
Sorties (1)				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Autorisation de fermeture				
Contrôle de synchronisme	P25 _1_46	■	■	
Absence de tension	P25 _1_47	■	■	
Écart de phase	P25 _1_49	■	■	
Écart de fréquence	P25 _1_50	■	■	
Écart de tension	P25 _1_51	■	■	
Absence Usync1	P25 _1_52	■	■	
Absence Usync2	P25 _1_53	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Minimum de tension (L-L ou L-N)
Code ANSI 27

Protection contre les baisses de tension en tension simple ou composée.

Fonctionnement
Protection des moteurs contre une baisse de tension ou détection d'une tension réseau anormalement basse pour déclencher un automatisme de délestage ou de transfert de sources :
- ■ elle est monophasée et fonctionne en tension simple ou composée
- ■ elle comporte une temporisation T à temps indépendant (DT) ou dépendant (voir l'équation de la courbe de déclenchement en page 181)
- ■ lorsqu'elle fonctionne en tension simple, elle indique la phase en défaut dans l'alarme associée au défaut.

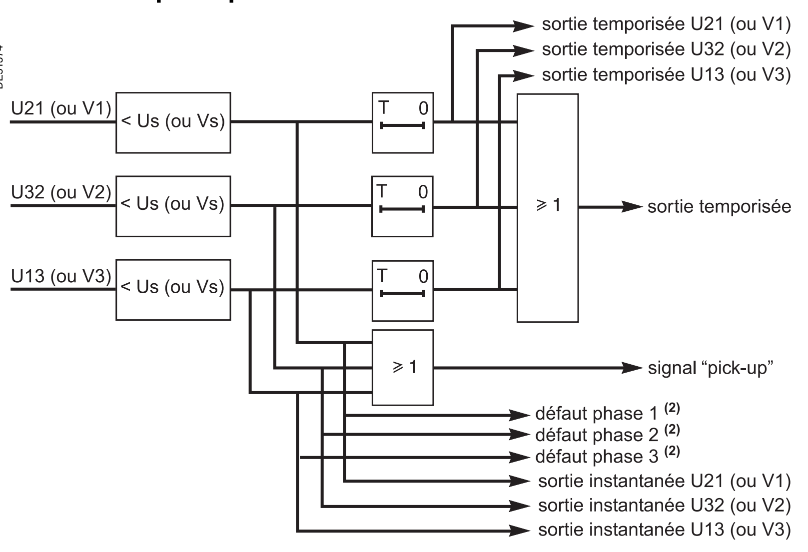
Le fonctionnement en tension simple ou composée dépend du raccordement choisi pour les entrées tension.

Conditions de raccordement			
Type de raccordement	V1, V2, V3 (1)	U21, U32 + V0	U21, U32
Fonctionnement en tension simple	OUI	OUI	NON
Fonctionnement en tension composée	OUI	OUI	OUI

Type de raccordement	U21 (1)	V1 (1)
Fonctionnement en tension simple	NON	Sur V1 uniquement
Fonctionnement en tension composée	Sur U21 uniquement	NON

(1) Avec ou sans V0.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages	
Origine de la mesure	
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')
Mode d'obtention de la tension	
Plage de réglage	Tension composée / Tension simple
Courbe de déclenchement	
Plage de réglage	Indépendant / Dépendant
Seuil Us (ou Vs)	
Plage de réglage	5 % de Unp (ou Vnp) à 100 % de Unp (ou Vnp)
Précision (1)	±2 % ou ±0,005 Unp
Résolution	1 %
Pourcentage de dégagement	103 % ±2 %
Temporisation T (temps de déclenchement pour une tension nulle)	
Plage de réglage	50 ms à 300 s
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Temps caractéristiques	
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms de 1,1 Us (Vs) à 0,9 Us (Vs) (25 ms typique)
Temps de dépassement	< 40 ms de 1,1 Us (Vs) à 0,9 Us (Vs)
Temps de retour	< 50 ms de 0,9 Us (Vs) à 1,1 Us (Vs)

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P27_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P27_x_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P27_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P27_x_3	■	■	■
Défaut phase 1 (2)	P27_x_7	■	■	
Défaut phase 2 (2)	P27_x_8	■	■	
Défaut phase 3 (2)	P27_x_9	■	■	
Protection inhibée	P27_x_16	■	■	
Sortie instantanée V1 ou U21	P27_x_23	■	■	
Sortie instantanée V2 ou U32	P27_x_24	■	■	
Sortie instantanée V3 ou U13	P27_x_25	■	■	
Sortie temporisée V1 ou U21	P27_x_26	■	■	
Sortie temporisée V2 ou U32	P27_x_27	■	■	
Sortie temporisée V3 ou U13	P27_x_28	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Lorsque la protection est utilisée en tension simple.*

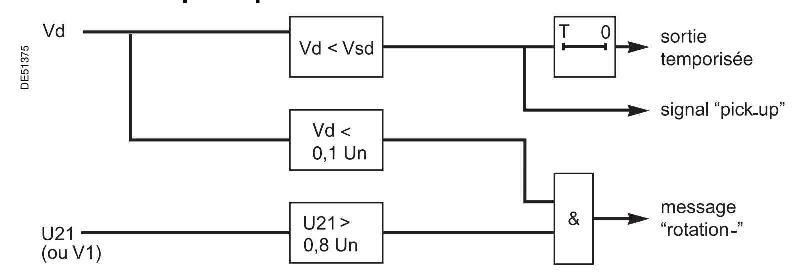
Minimum de tension directe et contrôle de sens de rotation des phases
Code ANSI 27D

Protection des moteurs contre une tension incorrecte.

Fonctionnement

Protection des moteurs contre un mauvais fonctionnement dû à une tension insuffisante ou déséquilibrée. Elle est basée sur la mesure de la tension directe Vd.
Elle comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).
Elle ne fonctionne pas quand une seule tension simple ou composée est raccordée.
Elle permet également de détecter le sens de rotation des phases.
Le sens de rotation des phases est considéré inverse si la tension directe est inférieure à 10 % de Unp et si la tension composée est supérieure à 80 % de Unp.
Dans ce cas, le message d'alarme "ROTATION –" est généré.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')			
Seuil Vsd				
Plage de réglage	15 % de Unp à 60 % de Unp			
Précision (1)	±2 % ou ±0,005 Unp			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	103 % ±2 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	50 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms de 1,1 Vsd à 0,9 Vsd			
Temps de dépassement	< 40 ms de 1,1 Vsd à 0,9 Vsd			
Temps de retour	< 50 ms de 0,9 Vsd à 1,1 Vsd			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P27D_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P27D_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P27D_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P27D_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P27D_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

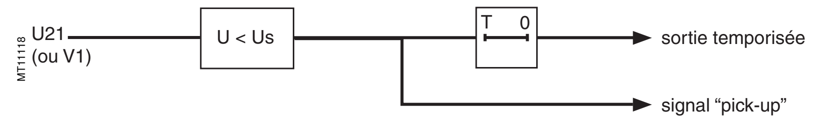
Minimum de tension rémanente
Code ANSI 27R

Détection de la tension rémanente entretenue par les machines tournantes.

Fonctionnement

Protection utilisée pour contrôler la disparition de la tension rémanente entretenue par des machines tournantes avant d'autoriser la remise sous tension du jeu de barres les alimentant pour éviter les transitoires électriques et mécaniques.
Cette protection est monophasée. Elle est excitée si la tension U21 ou V1 est inférieure au seuil Us. Elle comporte une temporisation à temps indépendant (constant).

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U’)			
Seuil Us				
Plage de réglage	5 % de Unp à 100 % de Unp			
Précision (1)	±5 % ou ±0,005 Unp			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	103 % ±2 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	50 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 45 ms de 1,1 Us à 0,9 Us			
Temps de dépassement	< 35 ms de 1,1 Us à 0,9 Us			
Temps de retour	< 35 ms de 0,9 Us à 1,1 Us			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P27R_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P27R_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P27R_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P27R_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P27R_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

3

Minimum de tension harmonique 3
Code ANSI 27TN/64G2

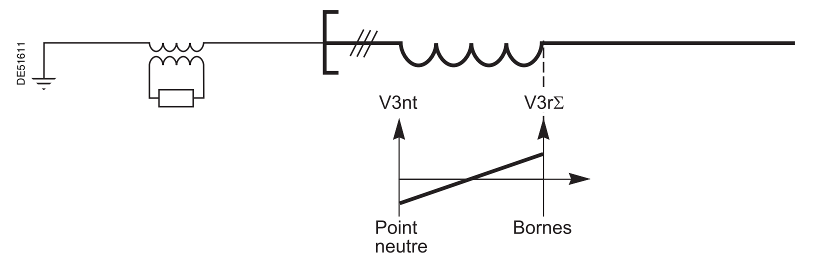
Protection des générateurs contre les défauts d'isolement. A associer avec une protection 59N ou 51N, pour réaliser une protection 100 % masse stator (64G).

Fonctionnement
Protection des générateurs contre un défaut d'isolement entre une phase et la terre par détection de la baisse de la tension résiduelle harmonique de rang 3.
Elle permet de protéger de 10 % à 20 % de l'enroulement statorique côté point neutre.
La protection de 100 % de l'enroulement est faite en l'associant avec une fonction 59N ou 51N protégeant de 85 % à 95 % de l'enroulement côté bornes.

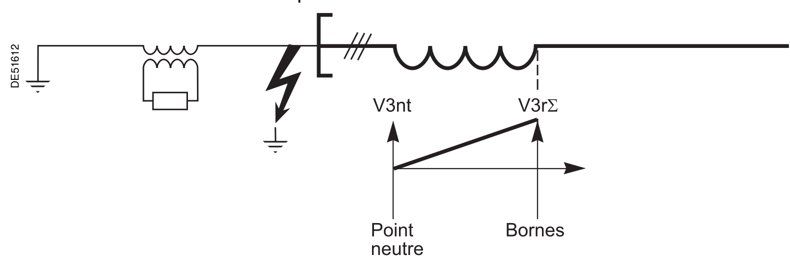
Conséquence de leurs caractéristiques géométriques, les générateurs produisent une tension harmonique de rang 3 (H3) qui se superpose à la force électromotrice fondamentale. L'amplitude de cette tension H3 peut varier entre 0 et 10 % de Vn en fonction :
- des caractéristiques du réseau et du générateur
- de la charge du générateur. Elle est généralement plus grande en pleine charge qu'à vide.

La tension H3, sans défaut, doit être au minimum de 0,2 % de Vn pour pouvoir utiliser la protection 27TN.

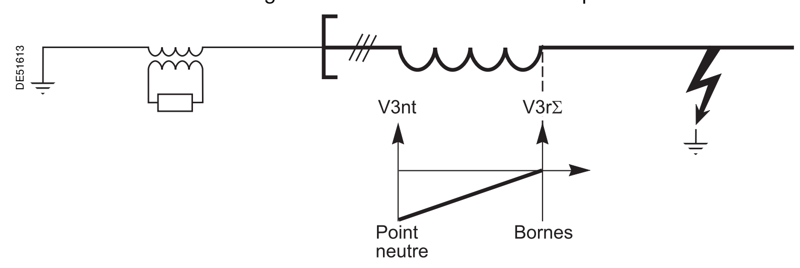
Tension H3 sans défaut
En fonctionnement normal, une tension H3 est mesurée de chaque côté des enroulements.



Tension H3 avec un défaut côté point neutre
Lors d'un défaut monophasé dans un enroulement statorique proche du point neutre de la machine, l'impédance de point neutre est en court-circuit, ce qui entraîne une baisse de la tension H3 côté point neutre.



Tension H3 avec un défaut côté barres
Un défaut monophasé dans un enroulement statorique proche des bornes de la machine entraîne une augmentation de la tension H3 côté point neutre.

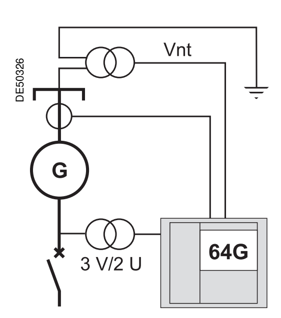


Une protection à minimum de tension H3 permet de détecter la baisse de la tension H3 due à un défaut monophasé côté point neutre.
En fonction des capteurs raccordés, deux types de seuils de déclenchement sont disponibles :
- seuil fixe : déclenchement sur minimum de tension H3 point neutre avec un seuil fixe. Le réglage nécessite des mesures préliminaires
- seuil adaptatif : déclenchement sur minimum de tension H3 point neutre en fonction d'un seuil dont la valeur dépend de la tension résiduelle H3. Le réglage ne nécessite pas de mesures préliminaires.

Disponibilité des seuils en fonction des capteurs raccordés

Mesures de tension		Principes disponibles	
TP point neutre	**TP bornes**	**27TN seuil fixe**	**27TN seuil adaptatif**
-	Tous câblages	-	-
■	V1 ou U21	-	-
■	U21, U32	■	-
■	V1, V2, V3	■	■

Minimum de tension harmonique 3
Code ANSI 27TN/64G2
Seuil fixe



Fonctionnement (du seuil fixe)

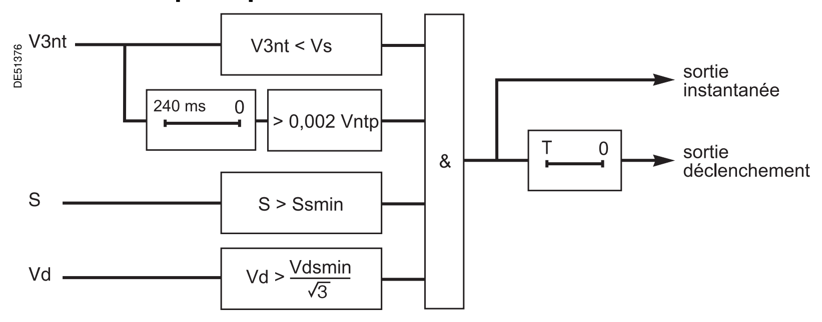
Le déclenchement temporisé à temps indépendant est donné si le seuil de tension H3 du point neutre V3nt est inférieure au seuil de réglage Vs.
La fonction est opérationnelle uniquement si la tension H3 du point neutre avant le défaut, est supérieure à 0,2 % de la tension simple du réseau.
La protection est inhibée si la puissance débitée par le générateur est faible ou si la tension directe est insuffisante.

Mise en œuvre

La mise en œuvre de cette fonction est faite suite à une série de mesures de la tension H3 au point neutre du générateur. Elles permettent de déterminer la plus petite valeur de tension H3 en régime de fonctionnement sans défaut.
Les mesures sont à faire :
■ à vide, non connecté au réseau
■ pour plusieurs niveaux de charge, le niveau de tension harmonique 3 dépendant de la charge.

Le réglage est fait en dessous de la plus petite valeur de tension H3 mesurée. Le Sepam fourni la mesure de tension H3 au point neutre pour faciliter la mise en œuvre de la protection.

Schéma de principe



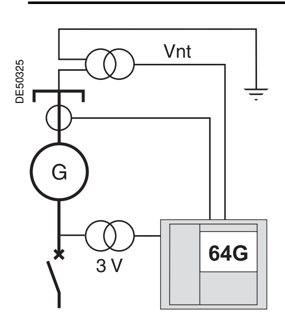
Caractéristiques

Réglages				
Type de seuil				
Plage de réglage	Fixe			
Seuil de tension harmonique 3 Vs				
Plage de réglage	0,2 à 20 % de Vntp			
Précision (1)	±5 % ou ±0,05 V de Vnts point neutre			
Résolution	0,1 %			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Temporisation				
Plage de réglage	0,5 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Réglages avancés				
Seuil Ssmin				
Plage de réglage	1 % à 90 % de $\sqrt{3}$.Unp.Ib			
Précision (1)	±5 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Seuil de tension directe minimum Vdsmin				
Plage de réglage	50 % à 100 % de Unp			
Précision (1)	±5 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	Typique 140 ms de 2Vs à 0			
Temps de dépassement	< 65 ms			
Temps de retour	< 65 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P27TN/64G2_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P27TN/64G2_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie de déclenchement	P27TN/64G2_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P27TN/64G2_x_16	■	■	
Sortie instantanée	P27TN/64G2_x_23	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*



Minimum de tension harmonique 3
Code ANSI 27TN/64G2
Seuil adaptatif



Fonctionnement (du seuil adaptatif)

La tension H3 côté bornes V3rΣ est comparée à la tension H3, V3nt, mesurée côté point neutre.
La fonction calcule la tension résiduelle H3 à partir des trois tensions simples.
L'utilisation de la tension résiduelle H3 permet d'adapter le seuil de déclenchement, en fonction d'un niveau de tension H3 normal.
Le déclenchement temporisé à temps indépendant est donné quand :

$$|V3nt| \leqslant \frac{K}{3(1-K)} \times |V3r\Sigma| \quad .$$

La fonction est opérationnelle uniquement si la tension H3 du point neutre avant le défaut est supérieure à 0,2 % de la tension simple du réseau et si la tension directe est supérieure à 30 % de la tension simple.

Mise en œuvre

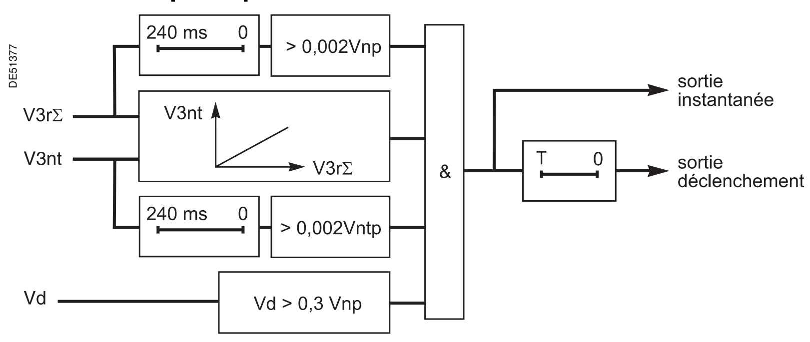
La fonction ne nécessite pas de mesures particulières mais dans certains cas il peut être nécessaire d'adapter le réglage K.
Sepam mesure la tension H3 point neutre V3nt et la tension résiduelle H3 V3rΣ pour faciliter la mise en œuvre de la protection.

- V3nt est exprimée en % de la tension primaire du capteur point neutre Vntp
- V3rΣ est exprimée en % de la tension primaire des capteurs côté bornes Vnp.

Si les tensions primaires des capteurs sont différentes, il est nécessaire d'adapter V3nt à la tension primaire côté bornes Vnp par la formule :

$$\textbf{V3nt (\%Vnp)} = \textbf{V3nt (\%Vntp)} \times \frac{\textbf{Vntp}}{\textbf{Vnp}}$$

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Type de seuil				
Plage de réglage	Adaptatif			
Temporisation				
Plage de réglage	0,5 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Réglages avancés				
Seuil K				
Plage de réglage	0,1 à 0,2			
Précision (1)	±1 %			
Résolution	0,01			
Pourcentage de dégagement	105 %			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	Typique 140 ms (2)			
Temps de dépassement	< 65 ms			
Temps de retour	< 65 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P27TN/64G2_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P27TN/64G2_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie de déclenchement	P27TN/64G2_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P27TN/64G2_x_16	■	■	
Sortie instantanée	P27TN/64G2_x_23	■	■	

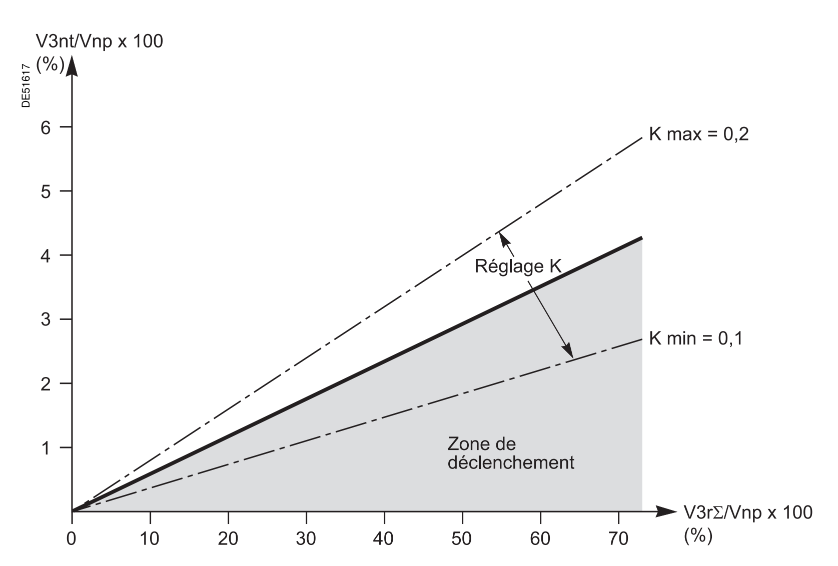
x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Mesuré pour une variation de 2V3nt à 0 avec V3rΣ = 30 %.*

Minimum de tension harmonique 3
Code ANSI 27TN/64G2
Seuil adaptatif

Courbes de $\frac{K}{3(1-K)} \times |V3r\Sigma|$

Tableau de valeurs maximales de V3nt (%Vnp)

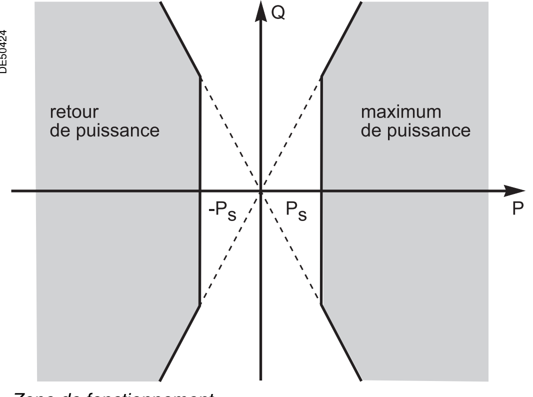
V3rΣ (%Vnp) / K	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
1	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
2	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
3	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25
4	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33
5	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42
6	0,22	0,25	0,27	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50
7	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,55	0,58
8	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,53	0,67
9	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,75
10	0,37	0,41	0,45	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83
15	0,56	0,62	0,68	0,75	0,81	0,88	0,95	1,02	1,10	1,17	1,25
20	0,74	0,82	0,91	1,00	1,09	1,18	1,27	1,37	1,46	1,56	1,67
25	0,93	1,03	1,14	1,25	1,36	1,47	1,59	1,71	1,83	1,95	2,08
30	1,11	1,24	1,36	1,49	1,63	1,76	1,90	2,05	2,20	2,35	2,50
40	1,48	1,65	1,82	1,99	2,17	2,35	2,54	2,73	2,93	3,13	3,33
50	1,85	2,06	2,27	2,49	2,71	2,94	3,17	3,41	3,66	3,91	4,17
60	2,22	2,47	2,73	2,99	3,26	3,53	3,81	4,10	4,39	4,69	4,10
70	2,59	2,88	3,18	3,49	3,80	4,12	4,44	4,78	5,12	5,47	5,83
80	2,96	3,30	3,64	3,98	4,34	4,71	5,08	5,46	5,85	6,26	6,67
90	3,33	3,71	4,09	4,48	4,88	5,29	5,71	6,14	6,59	7,04	7,50



Maximum de puissance active directionnelle
Code ANSI 32P

Protection contre les retours de puissance ou les surcharges.

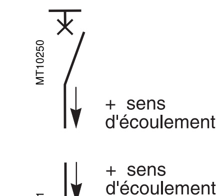
Fonctionnement
Protection bidirectionnelle basée sur la valeur de la puissance active calculée, adaptée aux applications suivantes :
- protection maximum de puissance active pour la détection de situation de surcharge et permettre des actions de délestage
- protection retour de puissance active pour la protection :
  - d'un générateur contre la marche en moteur, lorsque le générateur consomme de la puissance active
  - d'un moteur contre la marche en générateur, lorsque le moteur fourni de la puissance active.



Zone de fonctionnement.

Elle est excitée si la puissance active transitant dans un sens ou dans l'autre (fournie ou absorbée) est supérieure au seuil Ps.
Elle comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).
Elle est basée sur la méthode des trois ou deux wattmètres suivant les conditions de raccordement :
- V1, V2, V3 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- V1, V2, V3 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 sans V0 : 2 wattmètres
- autres cas : protection indisponible.

La fonction n'est opérante que si la condition suivante est respectée :
$P \geqslant 3{,}1\ \%\ Q$ ce qui permet d'obtenir une grande sensibilité et une grande stabilité en cas de court-circuit.
Le signe de la puissance est déterminé suivant le paramètre général départ ou arrivée en respectant la convention :
- pour le circuit départ :
  - une puissance exportée par le jeu de barres est positive
  - une puissance fournie au jeu de barres est négative



- pour le circuit arrivée :
  - une puissance fournie au jeu de barres est positive
  - une puissance exportée par le jeu de barres est négative.

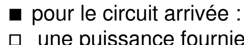
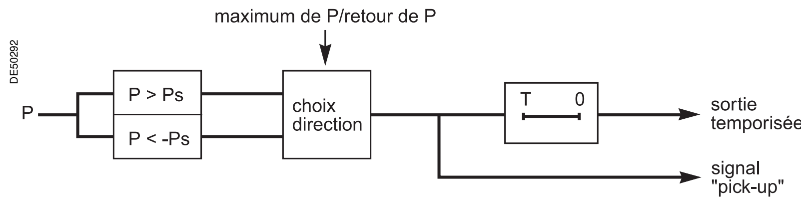


Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Direction de déclenchement				
Plage de réglage	Max. de puissance / retour de puissance			
Seuil Ps				
Plage de réglage	1 % de Sn (2) à 120 % de Sn (2)			
Précision (1)	±0,3 % Sn pour Ps entre 1 % Sn et 5 % Sn ±5 % pour Ps entre 5 % Sn et 40 % Sn ±3 % pour Ps entre 40 % Sn et 120 % Sn			
Résolution	0,1 kW			
Pourcentage de dégagement	93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,004 Sn/Ps) x 100 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	100 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	< 90 ms à 2 Ps			
Temps de dépassement	< 40 ms à 2 Ps			
Temps de retour	< 105 ms à 2 Ps			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P32P_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P32P_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P32P_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P32P_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P32P_x_16	■	■	
Puissance active positive	P32P_x_19	■	■	
Puissance active négative	P32P_x_20	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** $Sn = \sqrt{3}.Un.In$.*

Maximum de puissance réactive directionnelle
Code ANSI 32Q

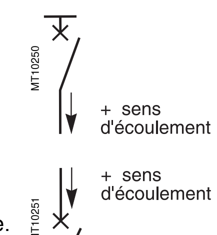
Protection contre les pertes d'excitation des machines synchrones.

Fonctionnement

Protection bidirectionnelle basée sur la valeur de la puissance réactive calculée, pour la détection de la perte d'excitation des machines synchrones :
- protection maximum de puissance réactive pour les moteurs dont la consommation de puissance réactive augmente en cas de perte d'excitation
- protection retour de puissance réactive pour la protection des générateurs qui deviennent consommateurs de puissance réactive en cas de perte d'excitation.

Elle est excitée si la puissance réactive transitant dans un sens ou dans l'autre (fournie ou absorbée) est supérieure au seuil Qs.
Elle comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).
Elle est basée sur la méthode des trois ou deux wattmètres suivant les conditions de raccordement :
- V1, V2, V3 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- V1, V2, V3 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 sans V0 : 2 wattmètres
- autres cas : protection indisponible.

La fonction n'est opérante que si la condition suivante est respectée :
$Q \geqslant 3{,}1\ \%\ P$ ce qui permet d'obtenir une grande sensibilité et une grande stabilité en cas de court-circuit.
Le signe de la puissance est déterminé suivant le paramètre général départ ou arrivée en respectant la convention :
- pour le circuit départ :
  - une puissance exportée par le jeu de barres est positive
  - une puissance fournie au jeu de barres est négative



- pour le circuit arrivée :
  - une puissance fournie au jeu de barres est positive
  - une puissance exportée par le jeu de barres est négative.

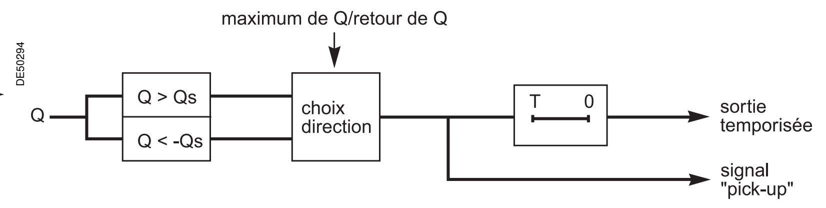


MT10251
+ sens
d'écoulement

MT11034
Q
maximum
de puissance
Q_s
$-Q_s$
P
retour
de puissance

Zone de fonctionnement.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Direction de déclenchement				
Plage de réglage	Max. de puissance / retour de puissance			
Seuil Qs				
Plage de réglage	5 % de Sn (2) à 120 % de Sn (2)			
Précision (1)	±5 % pour Qs entre 5 % Sn et 40 % Sn ±3 % pour Qs entre 40 % Sn et 120 % Sn			
Résolution	0,1 kW			
Pourcentage de dégagement	93.5 % ±5 % ou > (1- 0,004 Sn/Qs) x 100 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	100 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	< 90 ms à 2 Qs			
Temps de dépassement	< 95 ms à 2 Qs			
Temps de retour	< 95 ms à 2 Qs			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P32Q_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P32Q_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P32Q_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P32Q_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P32Q_1_16	■	■	
Puissance réactive positive	P32Q_1_54	■	■	
Puissance réactive négative	P32Q_1_55	■	■	

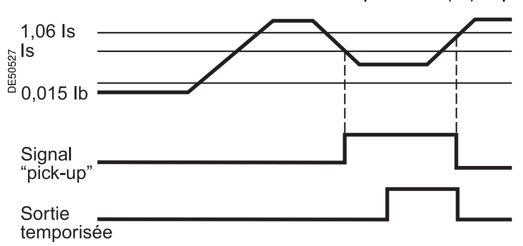
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** $Sn = \sqrt{3}.Un.In$.*

Minimum de courant phase
Code ANSI 37

Protection des pompes.

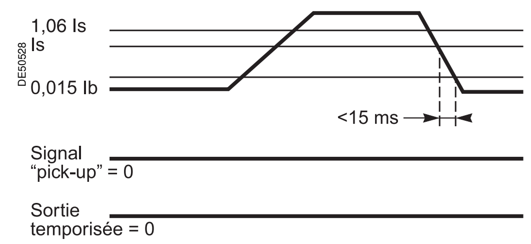
Fonctionnement
Protection des pompes contre les conséquences d'un désamorçage par détection du fonctionnement à vide du moteur.

Cette protection est monophasée :
- elle est excitée si le courant de la phase 1 (I1) repasse en dessous du seuil Is



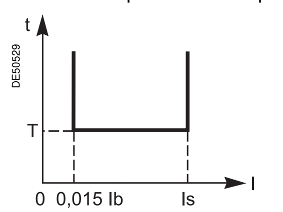
Cas de la baisse de courant.

- elle est inactive lorsque le courant est inférieur à 1,5 % de In
- elle est insensible à la baisse de courant due à l'ouverture du disjoncteur



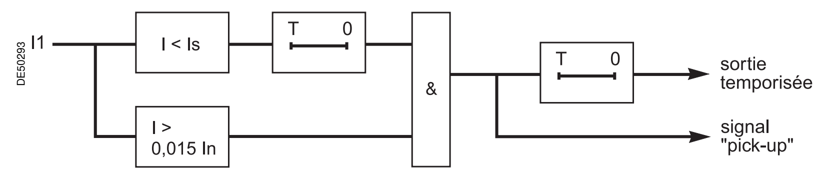
Cas de l'ouverture du disjoncteur.

- elle comporte une temporisation à temps indépendant (constant).



Cette protection peut être inhibée par une entrée logique.
Elle peut être réarmée à distance par une télécommande (TC32).

Schéma de principe



Minimum de courant phase
Code ANSI 37

Caractéristiques

Réglages				
Seuil Is				
Plage de réglage	5 % de Ib à 100 % Ib			
Précision (1)	±5 %			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	106 % ±3 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	50 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 55 ms de 2 Is à 0,02 In			
Temps de dépassement	< 40 ms de 2 Is à 0,02 In			
Temps de retour	< 45 ms de 0,02 In à 2 Is			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P37_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P37_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P37_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P37_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P37_1_16	■	■	

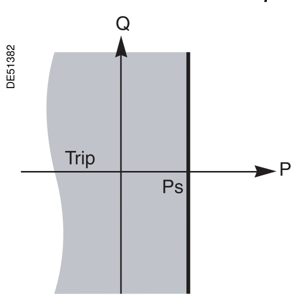
(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

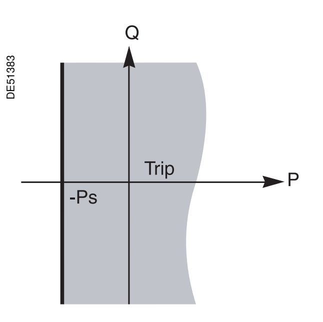
Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC32	BO13	20, 105, 101	A37_PTUC.ProRs.ctlVal

Minimum de puissance active directionnelle
Code ANSI 37P

Contrôle des flux de puissance active.



Zone de déclenchement (sens normal).



Zone de déclenchement (sens inverse).

Fonctionnement

Protection bidirectionnelle basée sur la valeur de la puissance active. Elle contrôle les flux de puissance active calculée :

- pour adapter le nombre de source en parallèle à la puissance demandée par les charges du réseau
- pour îloter une installation avec sa propre unité de production.

Elle est excitée si la puissance active transitant dans un sens ou dans l'autre (fournie ou absorbée) est inférieure au seuil Ps.
Elle comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).
Elle est basée sur la méthode des trois ou deux wattmètres suivant les conditions de raccordement :

- V1, V2, V3 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- V1, V2, V3 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I2, I3 : 3 wattmètres
- U21, U32 + V0 et I1, I3 : 2 wattmètres
- U21, U32 sans V0 : 2 wattmètres
- autres cas : protection indisponible.

Le signe de la puissance est déterminé suivant le paramètre général départ ou arrivée en respectant la convention :

- pour le circuit départ :
  - une puissance exportée par le jeu de barres est positive (sens normal)
  - une puissance fournie au jeu de barres est négative

- pour le circuit arrivée :
  - une puissance fournie au jeu de barres est positive (sens normal)
  - une puissance exportée par le jeu de barres est négative.

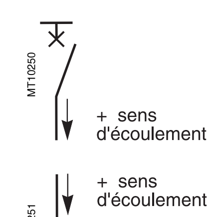
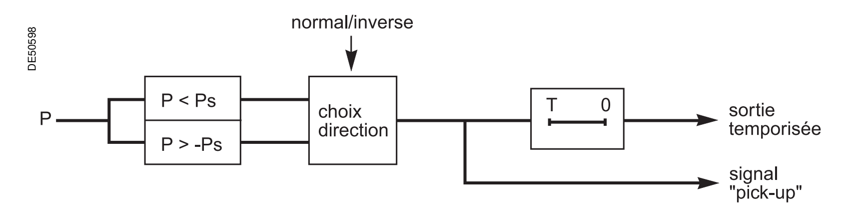


Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Direction de déclenchement				
Plage de réglage	Normal/inverse			
Seuil Ps				
Plage de réglage	5 % de Sn (2) à 100 % de Sn (2)			
Précision (1)	±5 % pour Ps entre 5 % Sn et 40 % Sn ±3 % pour Ps entre 40 % Sn et 120 % Sn			
Résolution	0,1 kW			
Pourcentage de dégagement	106 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	100 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	< 120 ms			
Temps de dépassement	< 65 ms			
Temps de retour	< 60 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P37P_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P37P_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P37P_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P37P_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P37P_x_16	■	■	

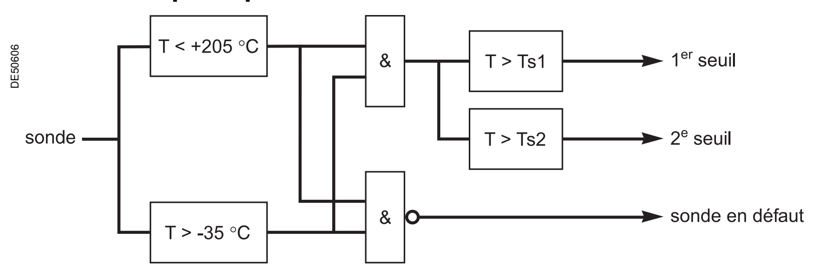
x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Sn = $\sqrt{3}$.Un.In.*

Surveillance température
Code ANSI 38/49T

Protection contre l'échauffement des équipements par mesure de la température à l'aide de sonde.

Fonctionnement
Protection détectant les échauffements anormaux par mesure de la température au sein d'un équipement équipé de sondes :
■ transformateur : protection des enroulements primaires et secondaires
■ moteur et générateur : protection des enroulements stator et des paliers.
Cette protection est associée à un détecteur de température de type thermosonde à résistance de platine Pt 100 (100 Ω à 0 °C ou 32 °F), ou de nickel Ni100 ou Ni120 conformément aux normes CEI 60751 et DIN 43760.
■ elle est excitée si la température surveillée est supérieure au seuil Ts
■ elle a deux seuils indépendants :
□ seuil alarme
□ seuil déclenchement
■ la protection, lorsqu'elle est activée, détecte si la sonde est en court-circuit ou coupée :
□ la sonde est détectée en court-circuit si la température mesurée est inférieure à -35 °C ou -31 °F (mesure affichée "****")
□ la sonde est détectée coupée si la température mesurée est supérieure à +205 °C ou +401 °F (mesure affichée "-****").
Si un défaut sonde est détecté, la protection est inhibée et ses sorties sont à zéro. L'information "défaut sonde" est mise à disposition dans la matrice de commande et un message d'alarme est généré, qui précise le numéro module MET148-2 de la sonde en défaut.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Seuils d'alarme et de déclenchement TS1,TS2				
Plage de réglage	0 °C à 180 °C		32 °F à 356 °F	
Précision (1)	±1,5 °C		±2,7 °F	
Résolution	1 °C		1 °F	
Ecart de retour	3 °C		5,4 °F	
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P38/49T_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P38/49T_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie protection	P38/49T_x_3	■	■	■
Alarme	P38/49T_x_10	■	■	■
Défaut sonde	P38/49T_x_12	■	■	
Protection inhibée	P38/49T_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

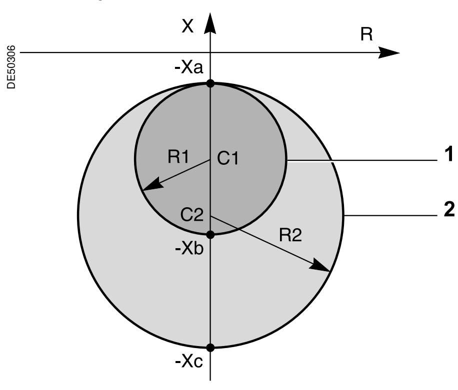
Perte d'excitation
Code ANSI 40

Protection contre les pertes d'excitation des générateurs ou des moteurs synchrones.

Fonctionnement

La protection est composée de deux caractéristiques circulaires de déclenchement dans le plan d'impédance (R,X). La protection 40 est activée lorsque l'impédance directe Zd entre dans une des deux caractéristiques de déclenchement.

$$\vec{Zd} = \frac{\vec{Vd}}{\vec{Id}}$$



Caractéristiques circulaires de déclenchement

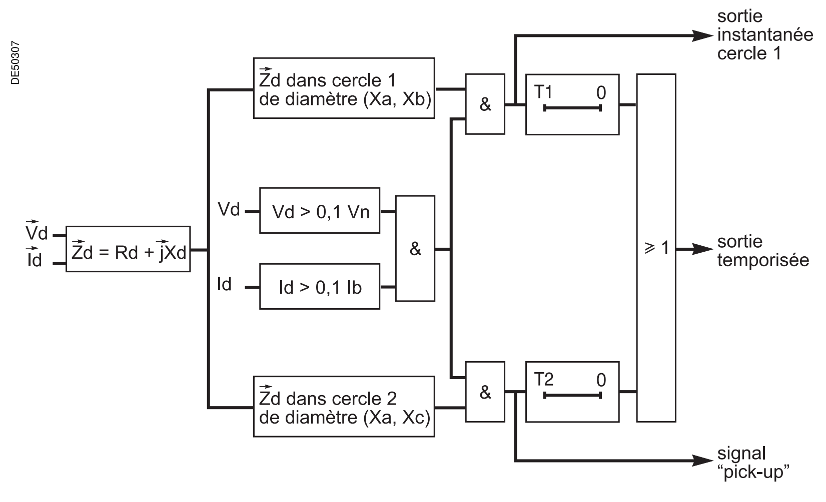
■ Cas d'un générateur en arrivée ou d'un moteur en départ

	Cercle 1	Cercle 2
Centre	C1 = -(Xa + Xb)/2	C2 = -(Xa + Xc)/2
Rayon	R1 = (Xb - Xa)/2	R2 = (Xc - Xa)/2

■ Cas d'un générateur en départ ou d'un moteur en arrivée : les caractéristiques de déclenchement sont obtenues symétriquement par rapport à l'axe R

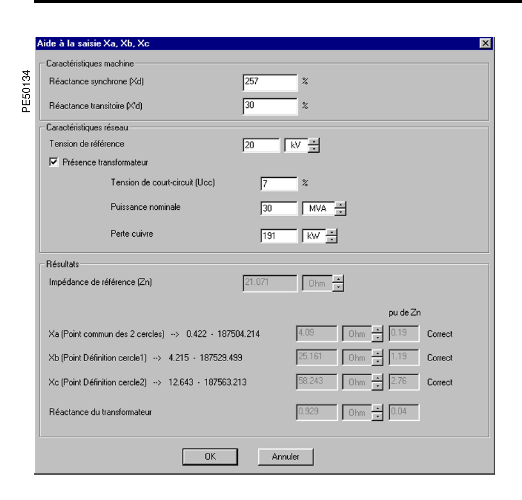
	Cercle 1	Cercle 2
Centre	C1 = (Xa + Xb)/2	C2 = (Xa + Xc)/2
Rayon	R1 = (Xb - Xa)/2	R2 = (Xc - Xa)/2

Schéma de principe



Perte d'excitation
Code ANSI 40

PE50134



Aide aux réglages du SFT2841

Le logiciel SFT2841 propose une fonction d'aide au réglage permettant, à partir des données électriques de la machine et du transformateur éventuel, de calculer des valeurs typiques de réglage de Xa, Xb et Xc.
Données utilisées :

- ■ machine synchrone :
- □ réactance synchrone Xd en %
- □ réactance synchrone transitoire X'd en %
- ■ transformateur :
- □ tension de l'enroulement 1 Un1 en V/kV
- □ tension de court-circuit Ucc en %
- □ puissance nominale en kVA/MVA
- □ pertes cuivres en kΩ/MΩ.

Les réglages proposés sont un cercle 1 de diamètre Zn si Xd ⩾ 200 % ou de diamètre Xd/2 dans les autres cas, un cercle 2 de diamètre Xd.
Les deux cercles sont décalés de l'origine de -X'd/2.
Zn = impédance de référence de la machine :

$$Zn = \frac{Un1}{\sqrt{3}Ib}.$$

Caractéristiques

Réglages	
Point commun : Xa	
Plage de réglage	0,02Vn/Ib ⩽ Xa ⩽ 0,20Vn/Ib + 187,5 kΩ ou 0,001 Ω
Précision (1)	±5 %
Résolution	1 %
Cercle 1 : Xb	
Plage de réglage	0,20Vn/Ib ⩽ Xb ⩽ 1,40Vn/Ib + 187,5 kΩ
Précision (1)	±5 %
Résolution	0,001 Ω ou 1 digit
Pourcentage de dégagement	105 % ±3 % du diamètre du cercle 1
Cercle 2 : Xc	
Plage de réglage	0,60Vn/Ib ⩽ Xc ⩽ 3Vn/Ib + 187,5 kΩ
Précision (1)	±5 %
Résolution	0,001 Ω ou 1 digit
Pourcentage de dégagement	105 % ±3 % du diamètre du cercle 2
Temporisation T1 : temporisation de déclenchement du cercle 1	
Plage de réglage	50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Temporisation T2 : temporisation de déclenchement du cercle 2	
Plage de réglage	100 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Temps caractéristiques (1)	
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms de 0 à C1 (typique 25 ms) Pick-up < 40 ms de 0 à C2 (typique 25 ms)
Temps de dépassement	< 50 ms
Temps de retour	< 50 ms (pour T1 = 0)

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P40_1_101	■	■
Inhibition de la protection	P40_1_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P40_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P40_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P40_1_16	■	■	
Protection instantanée 1 (cercle 1)	P40_1_23	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

3

Exemple 1 : générateur synchrone

Données du générateur synchrone
- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233 %
- X'd = 21 %

Réglage de la protection
Afin de régler la protection, il est nécessaire de calculer l'impédance Zn de référence du générateur :
- **Ib = S/($\sqrt{3}$.Un1) = 289 A**
- **Zn = Un1/ ($\sqrt{3}$.Ib) = 12,586** Ω.

Typiquement le cercle 1 est réglé avec un diamètre de Zn décalé de -X'd/2 et le cercle 2 est réglé avec un diamètre de Xd, décalé de -X'd/2 :
- **Xa = (X'd(%)/200)Zn = 1,321** Ω
- **Xb = (X'd(%)/200 + 1)Zn = 13,907** Ω
- **Xc = (X'd(%)/200 + Xd/100)Zn = 30,646** Ω.

Les défauts détectés dans le cercle 1 sont des défauts d'excitation violents devant être éliminés rapidement. Le cercle 2 pouvant concerner des défauts autres que ceux de l'excitation, son temps déclenchement est plus long :
- T1 = 70 ms
- T2 = 500 ms.

Exemple 2 : groupe-bloc générateur

Données du générateur synchrone
- Sg = 19 MVA
- Un2 = 5,5 kV
- Xd = 257 %
- X'd = 30 %

Données du transformateur
- St = 30 MVA
- Un1 = 20 kV / Un2 = 5,5 kV
- Ucc = 7 %
- Pcu = 191 kW

Réglage de la protection
Afin de régler la protection, il est nécessaire de calculer l'impédance de référence du générateur à la tension Un1 :
- **Ib = Sg/($\sqrt{3}$.Un1) = 548 A**
- **Zn = Un1/ ($\sqrt{3}$.Ib) = 21,071** Ω.

L'impédance du transformateur à la tension Un1 est :
$Zt = Ucc/100.(Un1)^2/St = 0{,}933\ \Omega$.
La résistance du transformateur à la tension Un1 est de :
$Rt = Pcu.(Un1/St)^2 = 0{,}085\ \Omega$.
La réactance du transformateur à la tension Un1 est :

$$Xt = \sqrt{Zt^2 - Rt^2} = 0{,}929\ \Omega$$

Le cercle 1 est réglé avec un diamètre de Zn décalé de -X'd/2 et de la réactance du transformateur. Le cercle 2 est réglé avec un diamètre de Xd, décalé de -X'd/2 et de la réactance du transformateur.
- **Xa = (X'd(%)/200)Zn + Xt = 4,09** Ω
- **Xb = (X'd(%)/200 + 1)Zn + Xt = 25,161** Ω
- **Xc = (X'd(%)/200 + Xd(%)/100)Zn + Xt = 58,243** Ω.

Les défauts détectés dans le cercle 1 sont des défauts d'excitation violents devant être éliminés rapidement. Le cercle 2 pouvant concerner des défauts autres que ceux de l'excitation, son temps déclenchement est plus long :
- T1 = 70 ms
- T2 = 500 ms.

Maximum de composante inverse
Code ANSI 46

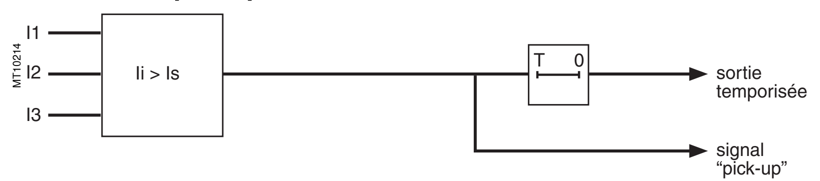
Protection des lignes et des équipements contre les déséquilibres de phase.

Fonctionnement

Protection contre les déséquilibres des phases, détectés par la mesure du courant inverse :
■ protection sensible pour détecter les défauts biphasés en extrémité de ligne longue
■ protection de l'équipement contre l'échauffement provoqué par une alimentation déséquilibrée, l'inversion ou la perte d'une phase et contre les déséquilibres de courant phase.
Cette protection est excitée si la composante inverse des courant phase est supérieure au seuil de fonctionnement.
Elle est temporisée, la temporisation est à temps indépendant (constant) ou à temps dépendant suivant une courbe normalisée, une courbe spécifique Schneider ou une courbe RI^2 pour la protection des générateurs.

Courbe de déclenchement
IDMT Schneider
CEI temps inverse SIT / A
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B
CEI temps extrêmement inverse EIT / C
IEEE moderately inverse (CEI / D)
IEEE very inverse (CEI / E)
IEEE extremely inverse (CEI / F)
Courbe RI^2

Schéma de principe



Caractéristiques

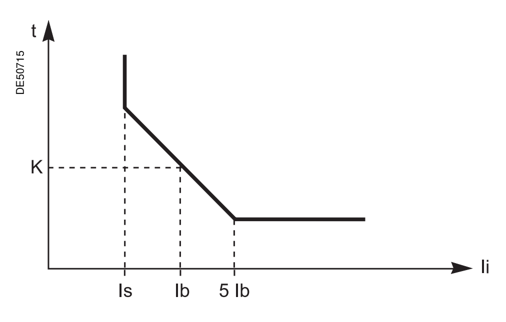
Réglages		
Origine de la mesure		
Plage de réglage		Voies principales (I) Voies supplémentaires (I')
Courbe de déclenchement		
Plage de réglage		Selon liste ci-dessus
Seuil Is		
Plage de réglage	à temps constant	10 % à 500 % de Ib ou I'b
	à temps dépendant Schneider	10 % à 50 % de Ib ou I'b
	à temps dépendant CEI et IEEE	10 % à 100 % de Ib ou I'b
	Courbe RI^2	3 % à 20 % de Ib ou I'b
Précision (1)		±5 % ou ±0,004 In
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,005 In/Is) x 100 %
Temporisation T		
Plage de réglage	à temps indépendant	100 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	à temps dépendant	100 ms ⩽ T ⩽ 1 s ou TMS (2)
Précision (1)	à temps indépendant	±2 % ou ±25 ms
	à temps dépendant	±5 % ou ±35 ms
Résolution		10 ms ou 1 digit
K (courbe RI^2 uniquement)		
Plage de réglage		1 à 100
Résolution		1
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement		Pick-up < 55 ms à 2 Is
Temps de dépassement		< 50 ms à 2 Is
Temps de retour		< 55 ms à 2 Is

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P46_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P46_x_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P46_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P46_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P46_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).
(2) Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting) :
Inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,034 à 0,336
Très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,067 à 0,666
Très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,008 à 0,075
Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,124 à 1,237
IEEE moderately inverse : 0,415 à 4,142
IEEE very inverse : 0,726 à 7,255
IEEE extremely inverse : 1,231 à 12,30.

Maximum de composante inverse
Code ANSI 46



Courbe RI²

Exemple de réglage pour les courbes RI²

Un générateur peut supporter un certain courant inverse en permanence. Ce seuil Is permanent fournit par le fabricant du générateur, est habituellement compris dans la plage de 5 à 10 % du courant de base (Ib).
Les valeurs typiques sont :

Type de générateur		Ii admissible (% Ib)
Pôles saillants	avec amortisseurs	10
	sans amortisseurs	5
Pôles lisses	Refroidissement forcé	10
	Sn ⩽ 960 MVA	8
	960 MVA < Sn ⩽ 1200 MVA	6
	1200 MVA < Sn	5

Référence IEEE C37.102-1987.

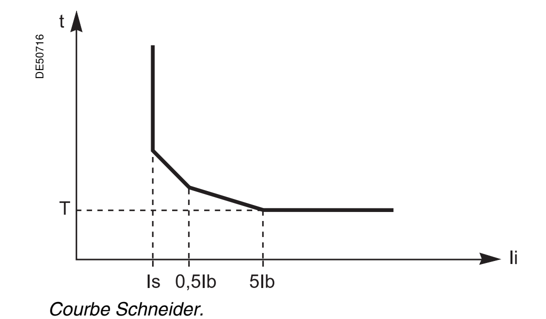
Une fois ce courant dépassé, le générateur peut supporter un courant inverse Ii pendant un temps td qui correspond à la règle suivante :

$$td = \frac{K}{\left(\frac{Ii}{Ib}\right)^2}$$

La valeur K est une constante réglable qui dépend du type de générateur, comprise habituellement entre 1 et 40. Les valeurs typiques de K sont :

Type de générateur		K
Pôles saillants		40
Compensateurs synchrones		30
Pôles lisses	Refroidissement forcé	20
	Sn ⩽ 800 MVA	10
	800 MVA < Sn ⩽ 1600 MVA	10 - 0,00625.(MVA - 800)

Référence IEEE C37.102-1987.



Courbe Schneider.

Courbe à temps dépendant Schneider

Pour Ii > Is, la temporisation dépend de la valeur de Ii/Ib (Ib : courant de base de l'équipement à protéger défini lors du réglage des paramètres généraux).
T correspond à la temporisation pour Ii/Ib = 5.
La courbe de déclenchement est définie à partir des équations suivantes :

- pour Is/Ib ⩽ Ii/Ib ⩽ 0,5

$$t = \frac{3{,}19}{(Ii/Ib)^{1{,}5}} \times T$$

- pour 0,5 ⩽ Ii/Ib ⩽ 5

$$t = \frac{4{,}64}{(Ii/Ib)^{0{,}96}} \times T$$

- pour Ii/Ib > 0,5

t = T.

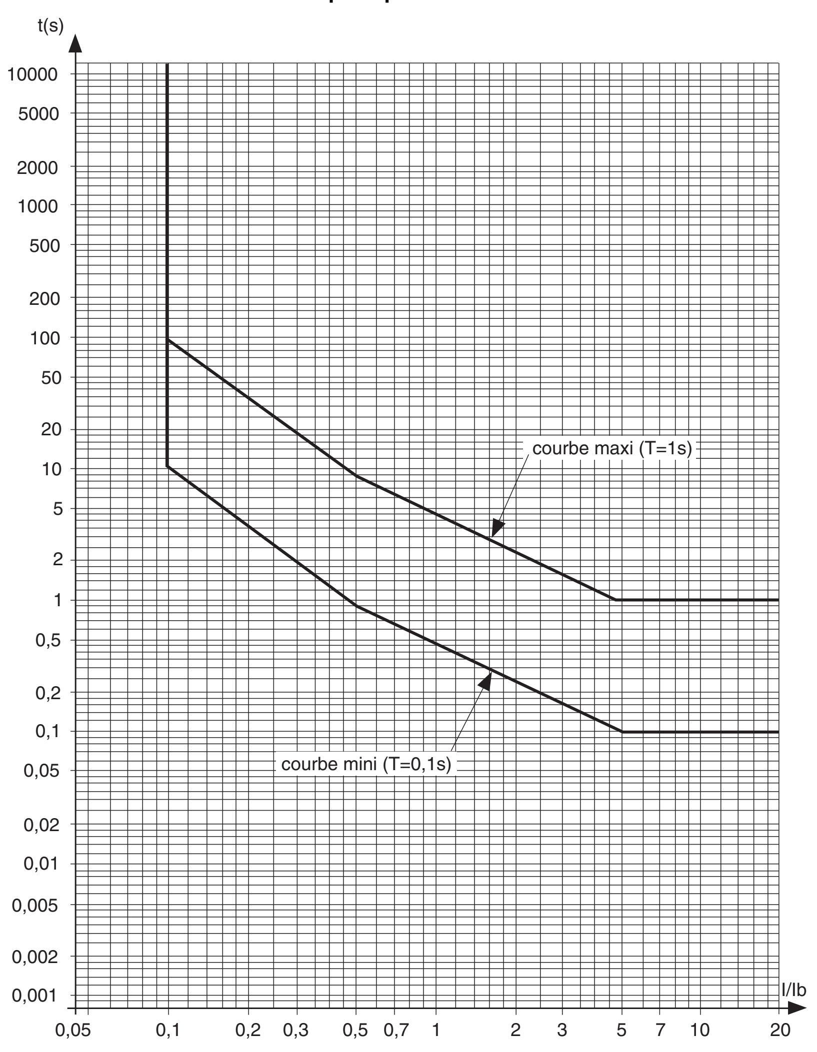
Détermination du temps de déclenchement pour différentes valeurs de courant inverse pour une courbe Schneider donnée

A l'aide du tableau, on cherche la valeur de X correspondant au courant inverse souhaité. Le temps de déclenchement est égal à XT.

Exemple

soit une courbe de déclenchement dont le réglage est T = 0,5 s.
Quel sera le temps de déclenchement à 0,6 Ib ?
A l'aide du tableau on cherche la valeur X correspondant à 60 % de Ib.
On lit X = 7,55. Le temps de déclenchement est égal à : 0,5 x 7,55 = 3,755 s.

Courbe de déclenchement à temps dépendant Schneider



Ii (% Ib)	10	15	20	25	30	33.33	35	40	45	50	55	57.7	60	65	70	75
X	99,95	54,50	35,44	25,38	19,32	16,51	15,34	12,56	10,53	9,00	8,21	7,84	7,55	7,00	6,52	6,11

Ii (% Ib) suite	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
X suite	5,74	5,42	5,13	4,87	4,64	4,24	3,90	3,61	3,37	3,15	2,96	2,80	2,65	2,52	2,40	2,29

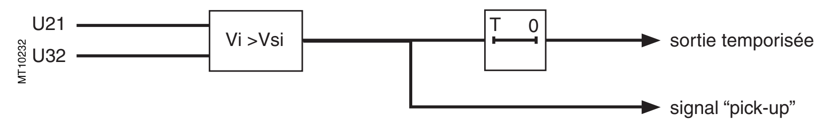
Ii (% Ib) suite	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
X suite	2,14	2,10	2,01	1,94	1,86	1,80	1,74	1,68	1,627	1,577	1,53	1,485	1,444	1,404	1,367	1,332

Ii (% Ib) suite	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	⩾ 500
X suite	1,298	1,267	1,236	1,18	1,167	1,154	1,13	1,105	1,082	1,06	1,04	1,02	1

Maximum de tension inverse
Code ANSI 47

Protection contre les déséquilibres entre phases.

Fonctionnement
Protection contre les déséquilibres entre phases provenant d'une inversion de phase, d'une alimentation déséquilibrée ou d'un défaut lointain, détectés par la mesure de la tension inverse Vi.
Elle comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).
Elle ne fonctionne pas quand une seule tension est raccordée au Sepam.

Schéma de principe


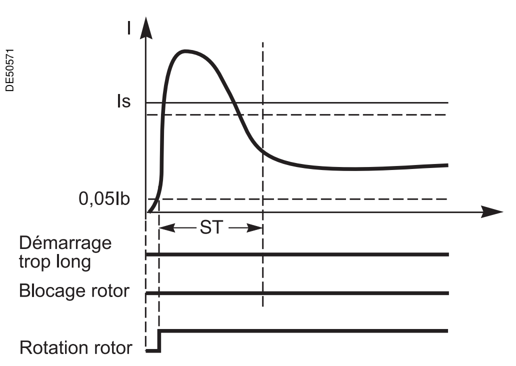
Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')			
Seuil Vsi				
Plage de réglage	1 % de Unp à 50 % de Unp			
Précision (1)	±2 % ou 0,005 Unp			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	97 % ±1 % ou > (1 - 0,006 Unp/Vsi) x 100 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	50 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms à 2 Vsi			
Temps de dépassement	< 50 ms à 2 Vsi			
Temps de retour	< 50 ms à 2 Vsi			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P47_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P47_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P47_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P47_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P47_x_16	■	■	

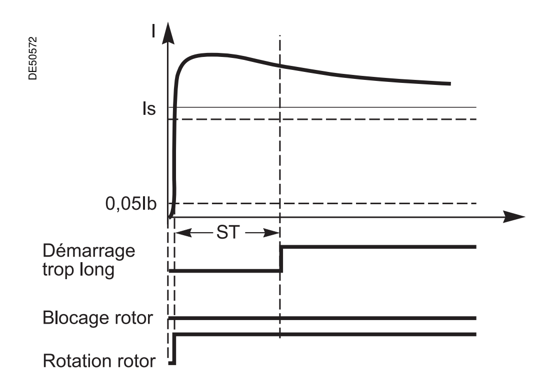
x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Démarrage trop long, blocage rotor
Code ANSI 48/51LR

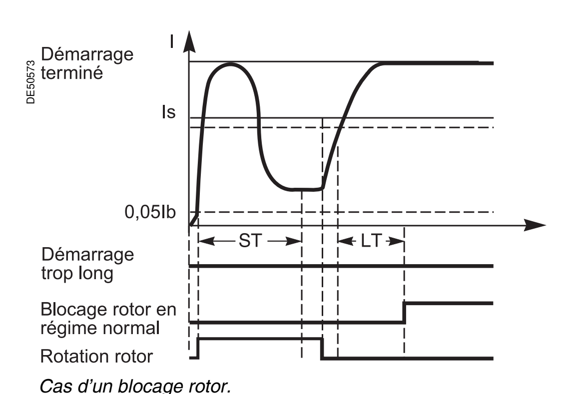
Détection des démarrages trop longs et des blocages rotor pour la protection des moteurs.



Cas du démarrage normal.



Cas du démarrage trop long.



Cas d'un blocage rotor.

Cas d'un blocage rotor au démarrage.

Fonctionnement

Protection contre l'échauffement excessif d'un moteur provoqué par :

- un démarrage trop long, lors du démarrage du moteur en surcharge (convoyeur par exemple) ou sous une tension d'alimentation insuffisante
- un blocage rotor causé par la charge du moteur (concasseur par exemple) :
  - en régime normal, après un démarrage normal
  - directement au démarrage, avant la détection d'un démarrage trop long.

Cette fonction est triphasée.
Le démarrage est détecté si le courant absorbé est supérieur à 5 % du courant Ib.
Elle se décompose en 2 parties :

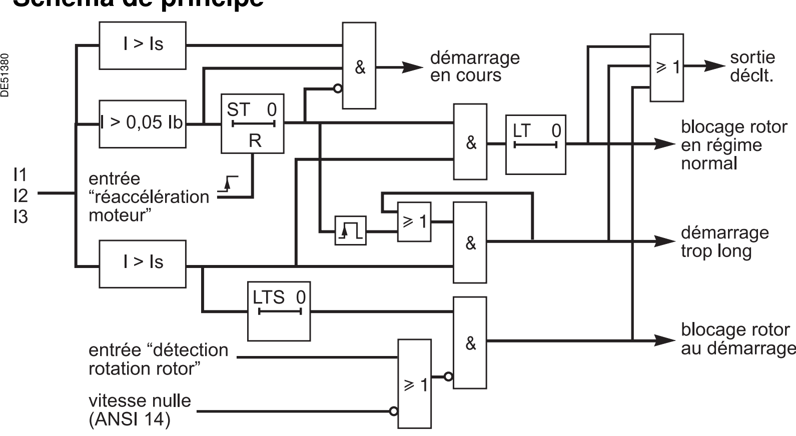
- démarrage trop long : lors d'un démarrage, cette protection est excitée si le courant de l'une des 3 phases est supérieur au seuil Is pendant un temps supérieur à la temporisation ST (correspondant à la durée normale du démarrage)
- blocage rotor :
  - en régime normal (post démarrage) cette protection est excitée si le courant de l'une des 3 phases est supérieur au seuil Is pendant un temps supérieur à la temporisation LT de type temps indépendant (temps constant)
  - blocage au démarrage : certains gros moteurs ont un temps de démarrage très long, soit parce qu'ils ont une inertie importante, soit parce qu'ils sont démarrés à tension réduite. Ce temps peut être plus long que le temps admis pour un blocage rotor. Pour protéger correctement ce genre de moteur contre un blocage rotor lors d'un démarrage, on peut régler un temps LTS qui permet de déclencher si on a détecté un démarrage (I > Is) et si la vitesse du moteur est nulle. La rotation du moteur est dans ce cas détectée par la fonction minimum de vitesse (ANSI 14) ou par l'entrée logique "détection rotation rotor" provenant d'un détecteur de vitesse nulle (zéro-speed-switch).

Ré-accélération moteur

Lors de la ré-accélération, le moteur absorbe un courant voisin du courant de démarrage (> Is) sans que le courant soit passé préalablement à une valeur inférieure à 5 % de Ib. La temporisation ST qui correspond à la durée normale du démarrage peut être réinitialisée par une entrée logique ou une information issue d'une équation logique ou du programme Logipam (entrée "réaccélération moteur") et permet :

- de ré-initialiser la protection **démarrage trop long**
- de régler à une valeur faible la temporisation LT de la protection **blocage rotor**.

Schéma de principe



Démarrage trop long, blocage rotor
Code ANSI 48/51LR

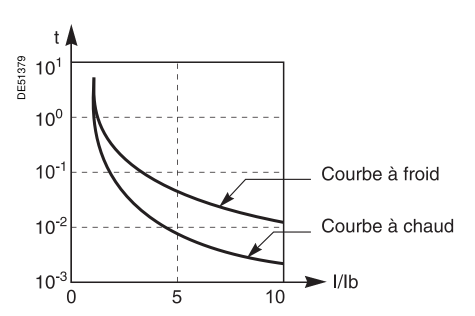
Caractéristiques

Réglages				
Seuil Is				
Plage de réglage		50 % à 500 % de Ib		
Précision [1]		±5 %		
Résolution		1 %		
Pourcentage de dégagement		93 % ±5 %		
Temporisation T				
Plage de réglage	ST	500 ms à 300 s		
	LT	50 ms à 300 s		
	LTS	50 ms à 300 s		
Précision[1]		±2% ou ±25 ms à 2 Is		
Résolution		10 ms		
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P48/51LR_1_101	■	■	
Réaccélération moteur	P48/51LR_1_102	■	■	
Inhibition de la protection	P48/51LR_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie protection	P48/51LR_1_3	■	■	■
Blocage rotor	P48/51LR_1_13	■	■	■
Démarrage trop long	P48/51LR_1_14	■	■	■
Blocage rotor au démarrage	P48/51LR_1_15	■	■	■
Protection inhibée	P48/51LR_1_16	■	■	
Démarrage en cours	P48/51LR_1_22	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Image thermique câble
Code ANSI 49RMS

Protection des câbles contre les dommages thermiques dus à une surcharge.



Courbes de déclenchement.

Fonctionnement

Cette fonction permet de protéger les câbles contre les surcharges, à partir de la mesure du courant absorbé.
Le courant mesuré par la protection thermique est un courant efficace triphasé qui tient compte des harmoniques jusqu'au rang 13.
Le plus grand courant des trois phases I1, I2, I3, appelé par la suite courant phase Iph, est utilisé pour calculer l'échauffement :
$\mathbf{Iph = max(I1, I2, I3)}$.

L'échauffement proportionnel au carré du courant absorbé, dépend du courant absorbé et de l'état d'échauffement antérieur. En régime permanent, il est égal à :

$$E = \left(\frac{Iph}{Ib}\right)^2 \times 100 \text{ en \%}$$

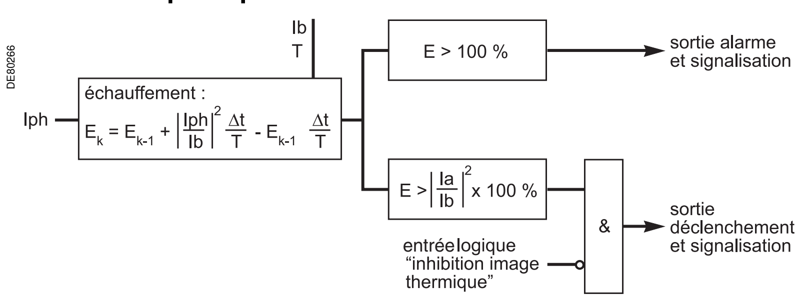
La protection donne un ordre de déclenchement lorsque le courant phase est supérieur au courant admissible par le câble. La valeur du courant de base Ib doit être strictement inférieure au courant admissible Ia. On prendra par défaut Ib ≈ Ia/1,4.
Le temps de déclenchement est réglé par la constante de temps T :

A froid : $\frac{t}{T} = \ln\left(\frac{\left(\frac{I}{Ib}\right)^2}{\left(\frac{I}{Ib}\right)^2 - \left(\frac{Ia}{Ib}\right)^2}\right)$ où ln : logarithme Népérien.

A chaud : $\frac{t}{T} = \ln\left(\frac{\left(\frac{I}{Ib}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I}{Ib}\right)^2 - \left(\frac{Ia}{Ib}\right)^2}\right)$ où ln : logarithme Népérien.

L'échauffement en cours est sauvegardé s'il y a perte de l'alimentation auxiliaire.

Schéma de principe



Informations d'exploitation

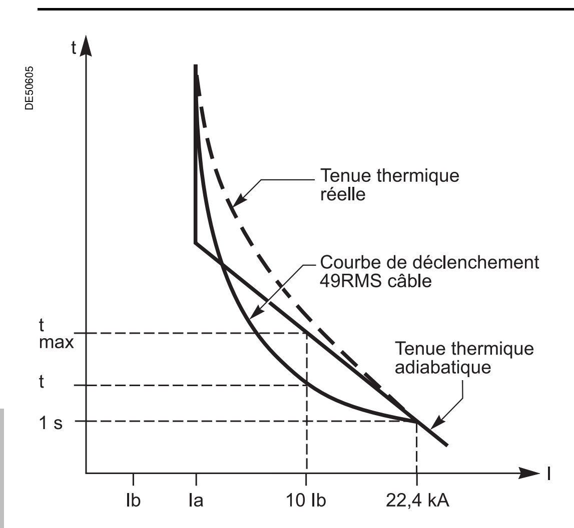
Les informations suivantes sont disponibles pour l'exploitant :
- l'échauffement
- le temps avant déclenchement (à courant constant).

Caractéristiques

Réglages				
Courant admissible Ia				
Plage de réglage	< 1 à 1,73 Ib			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 A			
Constante de temps T				
Plage de réglage	1 mn à 600 mn			
Résolution	1 mn			
Temps caractéristiques (1)				
Précision du temps de fonctionnement	±2 % ou ±1 s			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P49RMS_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P49RMS_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie temporisée	P49RMS_1_3	■	■	■
Alarme	P49RMS_1_10	■	■	■
Verrouillage enclenchement	P49RMS_1_11	■	■	■
Protection inhibée	P49RMS_1_16	■	■	
Etat chaud	P49RMS_1_18	■	■	
Inhibition image thermique	P49RMS_1_32	■	■	

***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Image thermique câble
Code ANSI 49RMS



Exemple

Soit un câble en cuivre, 185 mm^2, ayant pour courant admissible Ia = 485 A et pour tenue thermique à 1 s, Ith_1 s = 22,4 kA.
La constante de temps thermique d'un câble est liée à son mode de pose.
Les valeurs typiques de constante de temps sont comprises entre 10 mn et 60 mn. Dans le cas de câbles enterrés, la constante aura des valeurs comprises entre 20 à 60 mn et entre 10 à 40 mn pour des câbles non enterrés.
On choisit pour ce câble T = 30 mn et Ib = 350 A.

Vérification de la marge entre la courbe de la 49RMS et la tenue thermique adiabatique.
La vérification est faite à 10 Ib.
Dans la plage des courants proches du courant admissible, la tenue thermique à 1 s permet d'estimer un temps maximum de tenue thermique du câble en supposant qu'il n'y ait pas d'échanges de chaleur. Le temps maximum de déclenchement est calculé par la relation :
I^2 x tmax = constante = (Ith_1 s)^2 x 1.

Pour ce câble et à 10 Ib :
tmax = (Ith_1 s/ I0Ib)^2 = (22400 / 3500)^2 = 41 s.

Pour I = 10 Ib = 3500 A et Ia/Ib = 1,38, la valeur de k dans le tableau de la courbe à froid de déclenchement est de k ≈ 0,0184.
Le temps de déclenchement à 10 Ib est donc :
t = k x T x 60 = 0,0184 x 30 x 60 = 35,6 s < tmax.

Pour un défaut de 10 Ib survenant après une phase de fonctionnement nominale, échauffement de 100 %, la valeur de k est : k ≈ 0,0097.
Le temps de déclenchement est :
t = k x T x 60 = 0,0097 x 30 x 60 = 17,5 s

Vérification de la sélectivité
La sélectivité entre la 49RMS câble et les courbes de protection en aval, y compris les protections 49RMS, doit être vérifiée pour éviter tout risque de déclenchement intempestif.

Courbes pour un échauffement initial = 0 %

Iph/Ib Ia/Ib	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
0,50	1,7513	1,1856	0,8958	0,7138	0,5878	0,4953	0,4247	0,3691	0,3244	0,2877	0,2572	0,2314	0,2095	0,1907	0,1744	0,1601
0,55		1,8343	1,2587	0,9606	0,7717	0,6399	0,5425	0,4675	0,4082	0,3603	0,3207	0,2877	0,2597	0,2358	0,2152	0,1972
0,60			1,9110	1,3269	1,0217	0,8267	0,6897	0,5878	0,5090	0,4463	0,3953	0,3531	0,3178	0,2877	0,2619	0,2396
0,65				1,9823	1,3907	1,0793	0,8789	0,7373	0,6314	0,5491	0,4832	0,4295	0,3849	0,3473	0,3153	0,2877
0,70					2,0488	1,4508	1,1338	0,9287	0,7829	0,6733	0,5878	0,5191	0,4629	0,4159	0,3763	0,3424
0,75						2,1112	1,5075	1,1856	0,9762	0,8267	0,7138	0,6253	0,5540	0,4953	0,4463	0,4047
0,80							2,1699	1,5612	1,2349	1,0217	0,8687	0,7527	0,6615	0,5878	0,5270	0,4759
0,85								2,2254	1,6122	1,2819	1,0652	0,9091	0,7904	0,6966	0,6206	0,5578
0,90									2,2780	1,6607	1,3269	1,1069	0,9480	0,8267	0,7306	0,6526
0,95										2,3279	1,7070	1,3699	1,1470	0,9855	0,8618	0,7636
1,00											2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958
1,05												2,4209	1,7937	1,4508	1,2228	1,0566
1,10													2,4643	1,8343	1,4890	1,2587
1,15														2,5060	1,8734	1,5258
1,20															2,5459	1,9110
1,25																2,5844

Iph/Ib Ia/Ib	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40
0,50	0,1475	0,1365	0,1266	0,1178	0,1099	0,1028	0,0963	0,0905	0,0852	0,0803	0,0759	0,0718	0,0680	0,0645	0,0530	0,0444
0,55	0,1815	0,1676	0,1553	0,1444	0,1346	0,1258	0,1178	0,1106	0,1040	0,0980	0,0925	0,0875	0,0829	0,0786	0,0645	0,0539
0,60	0,2201	0,2029	0,1878	0,1744	0,1623	0,1516	0,1418	0,1330	0,1251	0,1178	0,1111	0,1051	0,0995	0,0943	0,0773	0,0645
0,65	0,2637	0,2428	0,2243	0,2080	0,1934	0,1804	0,1686	0,1581	0,1485	0,1397	0,1318	0,1245	0,1178	0,1116	0,0913	0,0762
0,70	0,3132	0,2877	0,2653	0,2456	0,2281	0,2125	0,1984	0,1858	0,1744	0,1640	0,1545	0,1459	0,1380	0,1307	0,1067	0,0889
0,75	0,3691	0,3383	0,3113	0,2877	0,2667	0,2481	0,2314	0,2165	0,2029	0,1907	0,1796	0,1694	0,1601	0,1516	0,1236	0,1028
0,80	0,4326	0,3953	0,3630	0,3347	0,3098	0,2877	0,2680	0,2503	0,2344	0,2201	0,2070	0,1952	0,1843	0,1744	0,1418	0,1178
0,85	0,5049	0,4599	0,4210	0,3873	0,3577	0,3316	0,3084	0,2877	0,2691	0,2523	0,2371	0,2233	0,2107	0,1992	0,1617	0,1340
0,90	0,5878	0,5332	0,4866	0,4463	0,4112	0,3804	0,3531	0,3289	0,3072	0,2877	0,2701	0,2541	0,2396	0,2263	0,1832	0,1516
0,95	0,6836	0,6170	0,5608	0,5127	0,4710	0,4347	0,4027	0,3744	0,3491	0,3265	0,3061	0,2877	0,2710	0,2557	0,2064	0,1704
1,00	0,7956	0,7138	0,6456	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691	0,3456	0,3244	0,3052	0,2877	0,2314	0,1907
1,05	0,9287	0,8267	0,7431	0,6733	0,6142	0,5633	0,5191	0,4804	0,4463	0,4159	0,3888	0,3644	0,3424	0,3225	0,2585	0,2125
1,10	1,0904	0,9606	0,8569	0,7717	0,7005	0,6399	0,5878	0,5425	0,5027	0,4675	0,4363	0,4082	0,3830	0,3603	0,2877	0,2358
1,15	1,2934	1,1231	0,9916	0,8862	0,7996	0,7269	0,6651	0,6118	0,5654	0,5246	0,4884	0,4563	0,4274	0,4014	0,3192	0,2609
1,20	1,5612	1,3269	1,1549	1,0217	0,9147	0,8267	0,7527	0,6897	0,6353	0,5878	0,5460	0,5090	0,4759	0,4463	0,3531	0,2877
1,25	1,9473	1,5955	1,3593	1,1856	1,0509	0,9425	0,8531	0,7780	0,7138	0,6583	0,6098	0,5671	0,5292	0,4953	0,3898	0,3165
1,30	2,6214	1,9823	1,6286	1,3907	1,2155	1,0793	0,9696	0,8789	0,8026	0,7373	0,6808	0,6314	0,5878	0,5491	0,4295	0,3473
1,35		2,6571	2,0161	1,6607	1,4212	1,2445	1,1069	0,9959	0,9041	0,8267	0,7604	0,7029	0,6526	0,6081	0,4725	0,3804
1,40			2,6915	2,0488	1,6918	1,4508	1,2727	1,1338	1,0217	0,9287	0,8502	0,7829	0,7245	0,6733	0,5191	0,4159
1,45				2,7249	2,0805	1,7220	1,4796	1,3001	1,1601	1,0467	0,9527	0,8733	0,8050	0,7458	0,5699	0,4542
1,50					2,7571	2,1112	1,7513	1,5075	1,3269	1,1856	1,0712	0,9762	0,8958	0,8267	0,6253	0,4953
1,55						2,7883	2,1410	1,7797	1,5347	1,3529	1,2106	1,0952	0,9992	0,9179	0,6859	0,5397
1,60							2,8186	2,1699	1,8074	1,5612	1,3783	1,2349	1,1185	1,0217	0,7527	0,5878
1,65								2,8480	2,1980	1,8343	1,5870	1,4031	1,2587	1,1414	0,8267	0,6399
1,70									2,8766	2,2254	1,8605	1,6122	1,4272	1,2819	0,9091	0,6966

3

Courbes pour un échauffement initial = 0 %

Iph/Ib Ia/Ib	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50
0,50	0,0377	0,0324	0,0282	0,0247	0,0219	0,0195	0,0175	0,0157	0,0143	0,0130	0,0119	0,0109	0,0101	0,0083	0,0070	0,0059
0,55	0,0458	0,0393	0,0342	0,0300	0,0265	0,0236	0,0212	0,0191	0,0173	0,0157	0,0144	0,0132	0,0122	0,0101	0,0084	0,0072
0,60	0,0547	0,0470	0,0408	0,0358	0,0316	0,0282	0,0252	0,0228	0,0206	0,0188	0,0172	0,0157	0,0145	0,0120	0,0101	0,0086
0,65	0,0645	0,0554	0,0481	0,0421	0,0372	0,0331	0,0297	0,0268	0,0242	0,0221	0,0202	0,0185	0,0170	0,0141	0,0118	0,0101
0,70	0,0752	0,0645	0,0560	0,0490	0,0433	0,0385	0,0345	0,0311	0,0282	0,0256	0,0234	0,0215	0,0198	0,0163	0,0137	0,0117
0,75	0,0869	0,0745	0,0645	0,0565	0,0499	0,0444	0,0397	0,0358	0,0324	0,0295	0,0269	0,0247	0,0228	0,0188	0,0157	0,0134
0,80	0,0995	0,0852	0,0738	0,0645	0,0570	0,0506	0,0453	0,0408	0,0370	0,0336	0,0307	0,0282	0,0259	0,0214	0,0179	0,0153
0,85	0,1130	0,0967	0,0837	0,0732	0,0645	0,0574	0,0513	0,0462	0,0418	0,0380	0,0347	0,0319	0,0293	0,0242	0,0203	0,0172
0,90	0,1276	0,1091	0,0943	0,0824	0,0726	0,0645	0,0577	0,0520	0,0470	0,0427	0,0390	0,0358	0,0329	0,0271	0,0228	0,0194
0,95	0,1433	0,1223	0,1057	0,0923	0,0813	0,0722	0,0645	0,0581	0,0525	0,0477	0,0436	0,0400	0,0368	0,0303	0,0254	0,0216
1,00	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240
1,05	0,1780	0,1516	0,1307	0,1139	0,1002	0,0889	0,0794	0,0714	0,0645	0,0586	0,0535	0,0490	0,0451	0,0371	0,0311	0,0264
1,10	0,1972	0,1676	0,1444	0,1258	0,1106	0,0980	0,0875	0,0786	0,0711	0,0645	0,0589	0,0539	0,0496	0,0408	0,0342	0,0291
1,15	0,2177	0,1848	0,1589	0,1383	0,1215	0,1076	0,0961	0,0863	0,0779	0,0708	0,0645	0,0591	0,0544	0,0447	0,0374	0,0318
1,20	0,2396	0,2029	0,1744	0,1516	0,1330	0,1178	0,1051	0,0943	0,0852	0,0773	0,0705	0,0645	0,0593	0,0488	0,0408	0,0347
1,25	0,2629	0,2223	0,1907	0,1656	0,1452	0,1285	0,1145	0,1028	0,0927	0,0842	0,0767	0,0702	0,0645	0,0530	0,0444	0,0377
1,30	0,2877	0,2428	0,2080	0,1804	0,1581	0,1397	0,1245	0,1116	0,1007	0,0913	0,0832	0,0762	0,0700	0,0575	0,0481	0,0408
1,35	0,3142	0,2646	0,2263	0,1960	0,1716	0,1516	0,1349	0,1209	0,1091	0,0989	0,0901	0,0824	0,0757	0,0621	0,0520	0,0441
1,40	0,3424	0,2877	0,2456	0,2125	0,1858	0,1640	0,1459	0,1307	0,1178	0,1067	0,0972	0,0889	0,0816	0,0670	0,0560	0,0475
1,45	0,3725	0,3122	0,2661	0,2298	0,2007	0,1770	0,1574	0,1409	0,1269	0,1150	0,1047	0,0957	0,0878	0,0720	0,0602	0,0510
1,50	0,4047	0,3383	0,2877	0,2481	0,2165	0,1907	0,1694	0,1516	0,1365	0,1236	0,1124	0,1028	0,0943	0,0773	0,0645	0,0547
1,55	0,4391	0,3659	0,3105	0,2674	0,2330	0,2050	0,1820	0,1627	0,1464	0,1325	0,1205	0,1101	0,1010	0,0828	0,0691	0,0585
1,60	0,4759	0,3953	0,3347	0,2877	0,2503	0,2201	0,1952	0,1744	0,1568	0,1418	0,1290	0,1178	0,1080	0,0884	0,0738	0,0625
1,65	0,5154	0,4266	0,3603	0,3091	0,2686	0,2358	0,2089	0,1865	0,1676	0,1516	0,1377	0,1258	0,1153	0,0943	0,0786	0,0666
1,70	0,5578	0,4599	0,3873	0,3316	0,2877	0,2523	0,2233	0,1992	0,1789	0,1617	0,1469	0,1340	0,1229	0,1004	0,0837	0,0709

Iph/Ib Ia/Ib	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
0,50	0,0051	0,0045	0,0039	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
0,55	0,0062	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
0,60	0,0074	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0036	0,0023	0,0016	0,0012	0,0009
0,65	0,0087	0,0075	0,0066	0,0059	0,0052	0,0047	0,0042	0,0027	0,0019	0,0014	0,0011
0,70	0,0101	0,0087	0,0077	0,0068	0,0061	0,0054	0,0049	0,0031	0,0022	0,0016	0,0012
0,75	0,0115	0,0101	0,0088	0,0078	0,0070	0,0063	0,0056	0,0036	0,0025	0,0018	0,0014
0,80	0,0131	0,0114	0,0101	0,0089	0,0079	0,0071	0,0064	0,0041	0,0028	0,0021	0,0016
0,85	0,0149	0,0129	0,0114	0,0101	0,0090	0,0080	0,0073	0,0046	0,0032	0,0024	0,0018
0,90	0,0167	0,0145	0,0127	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
0,95	0,0186	0,0162	0,0142	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
1,00	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
1,05	0,0228	0,0198	0,0174	0,0154	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
1,10	0,0250	0,0217	0,0191	0,0169	0,0151	0,0135	0,0122	0,0078	0,0054	0,0040	0,0030
1,15	0,0274	0,0238	0,0209	0,0185	0,0165	0,0148	0,0133	0,0085	0,0059	0,0043	0,0033
1,20	0,0298	0,0259	0,0228	0,0201	0,0179	0,0161	0,0145	0,0093	0,0064	0,0047	0,0036
1,25	0,0324	0,0282	0,0247	0,0219	0,0195	0,0175	0,0157	0,0101	0,0070	0,0051	0,0039
1,30	0,0351	0,0305	0,0268	0,0237	0,0211	0,0189	0,0170	0,0109	0,0075	0,0055	0,0042
1,35	0,0379	0,0329	0,0289	0,0255	0,0228	0,0204	0,0184	0,0117	0,0081	0,0060	0,0046
1,40	0,0408	0,0355	0,0311	0,0275	0,0245	0,0220	0,0198	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
1,45	0,0439	0,0381	0,0334	0,0295	0,0263	0,0236	0,0212	0,0135	0,0094	0,0069	0,0053
1,50	0,0470	0,0408	0,0358	0,0316	0,0282	0,0252	0,0228	0,0145	0,0101	0,0074	0,0056
1,55	0,0503	0,0437	0,0383	0,0338	0,0301	0,0270	0,0243	0,0155	0,0107	0,0079	0,0060
1,60	0,0537	0,0466	0,0408	0,0361	0,0321	0,0288	0,0259	0,0165	0,0114	0,0084	0,0064
1,65	0,0572	0,0496	0,0435	0,0384	0,0342	0,0306	0,0276	0,0176	0,0122	0,0089	0,0068
1,70	0,0608	0,0527	0,0462	0,0408	0,0363	0,0325	0,0293	0,0187	0,0129	0,0095	0,0073

Courbes pour un échauffement initial = 100 %

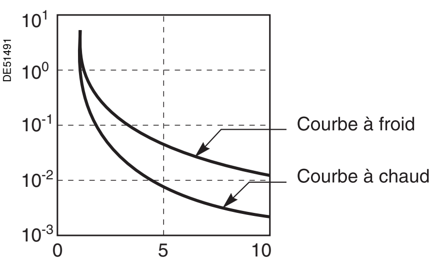
Iph/Ib Ia/Ib	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90
1,10	1,0531	0,6487	0,4673	0,3629	0,2948	0,2469	0,2113	0,1839	0,1622	0,1446	0,1300	0,1178	0,1074	0,0984	0,0907	0,0839
1,15		1,3203	0,8518	0,6300	0,4977	0,4094	0,3460	0,2984	0,2613	0,2316	0,2073	0,1871	0,1700	0,1555	0,1429	0,1319
1,20			1,5243	1,0152	0,7656	0,6131	0,5093	0,4339	0,3765	0,3314	0,2950	0,2650	0,2400	0,2187	0,2004	0,1846
1,25				1,6886	1,1517	0,8817	0,7138	0,5978	0,5126	0,4472	0,3954	0,3533	0,3185	0,2892	0,2642	0,2427
1,30					1,8258	1,2685	0,9831	0,8030	0,6772	0,5840	0,5118	0,4543	0,4073	0,3682	0,3352	0,3070
1,35						1,9433	1,3705	1,0729	0,8830	0,7492	0,6491	0,5713	0,5088	0,4576	0,4148	0,3785
1,40							2,0460	1,4610	1,1536	0,9555	0,8149	0,7092	0,6263	0,5596	0,5047	0,4586
1,45								2,1371	1,5422	1,2267	1,0218	0,8755	0,7647	0,6776	0,6072	0,5489
1,50									2,2188	1,6159	1,2935	1,0829	0,9316	0,8165	0,7257	0,6519
1,55										2,2930	1,6832	1,3550	1,1394	0,9838	0,8650	0,7708
1,60											2,3609	1,7452	1,4121	1,1921	1,0327	0,9106
1,65												2,4233	1,8027	1,4652	1,2415	1,0787
1,70													2,4813	1,8563	1,5150	1,2879

Iph/Ib Ia/Ib	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80
1,10	0,0779	0,0726	0,0562	0,0451	0,0371	0,0312	0,0266	0,0230	0,0201	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0115	0,0105	0,0096
1,15	0,1223	0,1137	0,0877	0,0702	0,0576	0,0483	0,0411	0,0355	0,0310	0,0273	0,0243	0,0217	0,0196	0,0177	0,0161	0,0147
1,20	0,1708	0,1586	0,1217	0,0970	0,0795	0,0665	0,0566	0,0488	0,0426	0,0375	0,0333	0,0298	0,0268	0,0243	0,0221	0,0202
1,25	0,2240	0,2076	0,1584	0,1258	0,1028	0,0858	0,0729	0,0628	0,0547	0,0482	0,0428	0,0382	0,0344	0,0311	0,0283	0,0259
1,30	0,2826	0,2614	0,1981	0,1566	0,1276	0,1063	0,0902	0,0776	0,0676	0,0594	0,0527	0,0471	0,0424	0,0383	0,0348	0,0318
1,35	0,3474	0,3204	0,2410	0,1897	0,1541	0,1281	0,1085	0,0932	0,0811	0,0713	0,0632	0,0564	0,0507	0,0458	0,0417	0,0380
1,40	0,4194	0,3857	0,2877	0,2253	0,1823	0,1512	0,1278	0,1097	0,0953	0,0837	0,0741	0,0661	0,0594	0,0537	0,0488	0,0445
1,45	0,4999	0,4581	0,3384	0,2635	0,2125	0,1758	0,1483	0,1271	0,1103	0,0967	0,0856	0,0763	0,0686	0,0619	0,0562	0,0513
1,50	0,5907	0,5390	0,3938	0,3046	0,2446	0,2018	0,1699	0,1454	0,1260	0,1104	0,0976	0,0870	0,0781	0,0705	0,0640	0,0584
1,55	0,6940	0,6302	0,4545	0,3491	0,2790	0,2295	0,1928	0,1646	0,1425	0,1247	0,1102	0,0982	0,0881	0,0795	0,0721	0,0657
1,60	0,8134	0,7340	0,5213	0,3971	0,3159	0,2589	0,2169	0,1849	0,1599	0,1398	0,1234	0,1098	0,0984	0,0888	0,0805	0,0734
1,65	0,9536	0,8537	0,5952	0,4492	0,3553	0,2901	0,2425	0,2063	0,1781	0,1555	0,1372	0,1220	0,1093	0,0985	0,0893	0,0814
1,70	1,1221	0,9943	0,6776	0,5059	0,3977	0,3234	0,2695	0,2288	0,1972	0,1720	0,1516	0,1347	0,1206	0,1086	0,0984	0,0897

Iph/Ib Ia/Ib	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
1,10	0,0088	0,0072	0,0060	0,0051	0,0044	0,0038	0,0033	0,0030	0,0026	0,0024	0,0021	0,0014	0,0009	0,0007	0,0005
1,15	0,0135	0,0111	0,0093	0,0078	0,0067	0,0059	0,0051	0,0045	0,0040	0,0036	0,0033	0,0021	0,0014	0,0011	0,0008
1,20	0,0185	0,0152	0,0127	0,0107	0,0092	0,0080	0,0070	0,0062	0,0055	0,0049	0,0045	0,0028	0,0020	0,0014	0,0011
1,25	0,0237	0,0194	0,0162	0,0137	0,0118	0,0102	0,0090	0,0079	0,0071	0,0063	0,0057	0,0036	0,0025	0,0018	0,0014
1,30	0,0292	0,0239	0,0199	0,0169	0,0145	0,0126	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0017
1,35	0,0349	0,0285	0,0238	0,0201	0,0173	0,0150	0,0131	0,0116	0,0103	0,0093	0,0083	0,0053	0,0037	0,0027	0,0021
1,40	0,0408	0,0334	0,0278	0,0235	0,0202	0,0175	0,0154	0,0136	0,0121	0,0108	0,0097	0,0062	0,0043	0,0031	0,0024
1,45	0,0470	0,0384	0,0320	0,0271	0,0232	0,0202	0,0177	0,0156	0,0139	0,0124	0,0112	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
1,50	0,0535	0,0437	0,0364	0,0308	0,0264	0,0229	0,0200	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0081	0,0056	0,0041	0,0031
1,55	0,0602	0,0491	0,0409	0,0346	0,0297	0,0257	0,0225	0,0199	0,0177	0,0158	0,0143	0,0091	0,0063	0,0046	0,0035
1,60	0,0672	0,0548	0,0456	0,0386	0,0330	0,0286	0,0251	0,0221	0,0197	0,0176	0,0159	0,0101	0,0070	0,0051	0,0039
1,65	0,0745	0,0607	0,0505	0,0427	0,0365	0,0317	0,0277	0,0245	0,0218	0,0195	0,0176	0,0112	0,0077	0,0057	0,0043
1,70	0,0820	0,0668	0,0555	0,0469	0,0402	0,0348	0,0305	0,0269	0,0239	0,0214	0,0193	0,0122	0,0085	0,0062	0,0047

Image thermique condensateur
Code ANSI 49RMS

Protection des équipements contre les dommages thermiques dus à une surcharge.



Courbes de déclenchement.

Fonctionnement

Cette fonction permet de protéger les batteries de condensateurs avec ou sans inductances anti-harmoniques contre les surcharges, à partir de la mesure du courant absorbé.

Le courant mesuré par la protection thermique est un courant efficace triphasé qui tient compte des harmoniques jusqu'au rang 13.
Le plus grand courant des trois phases I1, I2, I3, appelé par la suite courant phase Iph, est utilisé pour calculer l'échauffement :

$$Iph = max(I1,I2,I3)$$

Prise en compte du gradinage
Lorsque le nombre de gradins (>1) et le gradinage sont paramétrés dans les caractéristiques particulières, alors la protection image thermique prend en compte la participation de chaque gradin pour le calcul de l'échauffement.

Le courant nominal du gradin x (Ibgx) est égal à la fraction de courant que représente le gradin par rapport au courant nominal de la batterie (Ib).

$$Ibgx = \frac{Kgx}{\sum_{x=1}^{n} Kgx} Ib$$

où Ib est le courant nominal de la batterie
x est le numéro du gradin
n est le nombre total de gradins, entre 2 et 4
Kgx est la valeur du gradinage du gradin x

Le courant nominal de la séquence de gradins (Ibseq) est calculé. Il correspond à la somme des courants nominaux (Ibgx) des gradins enclenchés durant la séquence.

$$Ibseq = \sum_{x=1}^{n} p(x) Ibgx$$

où x est le numéro du gradin
n est le nombre total de gradins entre 2 et 4
p(x) est la position du gradin x :
- p(x) = 1 lorsque l'interrupteur est fermé
- p(x) = 0 lorsque l'interrupteur est ouvert

L'échauffement est proportionnel au carré du courant absorbé par rapport au courant nominal de la séquence. En régime permanent il est égal à :

$$E = \left(\frac{Iph}{Ibseq}\right)^2 \times 100 \quad \text{en \%}$$

Si les positions fermées des gradins ne sont pas acquises ou si le nombre de gradins paramétré est 1 dans les caractéristiques particulières, alors le courant nominal des séquences est égal au courant nominal de la batterie. Dans ce cas l'échauffement est proportionnel au courant absorbé par rapport au courant nominal de la batterie. En régime permanent il est égal à :

$$E = \left(\frac{Iph}{Ib}\right)^2 \times 100 \quad \text{en \%}$$

Courbe de fonctionnement
La protection donne un ordre de déclenchement lorsque le courant absorbé est supérieur au courant de surcharge, ramené au courant nominal de la séquence.
Le temps de déclenchement est paramétré en donnant à une valeur de courant de réglage le temps de déclenchement à chaud. Ce paramétrage permet de calculer un coefficient de temps :

$$C = \frac{1}{\ln\left(\frac{\left(\frac{Is}{Ib}\right)^2 - 1}{\left(\frac{Is}{Ib}\right)^2 - \left(\frac{Itrip}{Ib}\right)^2}\right)}$$

où ln : logarithme Népérien.

Le temps de déclenchement avec un échauffement initial de 0 % est alors donné par :

$$t = C \times \ln\left(\frac{\left(\frac{Iph}{Ibseq}\right)^2}{\left(\frac{Iph}{Ibseq}\right)^2 - \left(\frac{Itrip}{Ibseq}\right)^2}\right) \times Ts$$

où ln : logarithme Népérien.

= k x Ts

Le temps de déclenchement avec un échauffement initial de 100 % est alors donné par :

$$t = C \times \ln\left(\frac{\left(\frac{Iph}{Ibseq}\right)^2 - 1}{\left(\frac{Iph}{Ibseq}\right)^2 - \left(\frac{Itrip}{Ibseq}\right)^2}\right) \times Ts$$

où ln : logarithme Népérien.

= k x Ts

Les tableaux de courbes de déclenchement donnent les valeurs de k pour un échauffement initial de 0 % et de 100 %.
L'échauffement en cours est sauvegardé s'il y a perte de l'alimentation auxiliaire.

Schéma de principe

DE80267

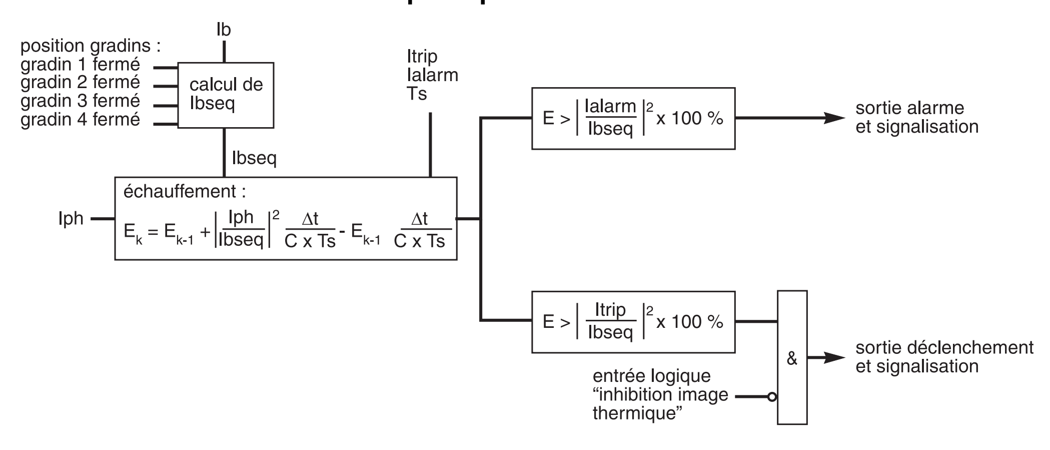


Image thermique condensateur
Code ANSI 49RMS

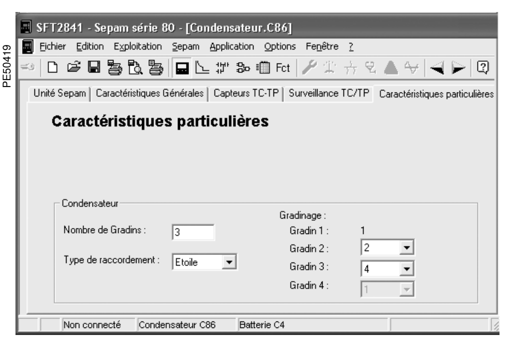
Informations d'exploitation

Les informations suivantes sont disponibles pour l'exploitant :
- l'échauffement
- le temps avant déclenchement (à courant constant).

Caractéristiques

Réglages				
Courant d'alarme Ialarm				
Plage de réglage	1,05 à 1,70 Ib			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 A			
Courant de déclenchement Itrip				
Plage de réglage	1,05 à 1,70 Ib			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 A			
Courant de réglage Is				
Plage de réglage	1,02 Itrip à 2 Ib			
Précision (1)	±2 %			
Résolution	1 A			
Temps de réglage Ts				
Plage de réglage	1 mn à 2000 mn (plage variable en fonction des courants de déclenchement et de réglage)			
Résolution	1 mn			
Temps caractéristiques (1)				
Précision du temps de fonctionnement	±2 % ou ±2 s			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P49RMS_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P49RMS_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie temporisée	P49RMS _1_3	■	■	■
Alarme	P49RMS _1_10	■	■	■
Verrouillage enclenchement	P49RMS _1_11	■	■	■
Protection inhibée	P49RMS _1_16	■	■	
État chaud	P49RMS _1_18	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).



Paramétrage du gradinage de la batterie de condensateurs.

Exemple

Soit une batterie de compensation de 350 kvar répartis en 3 gradins, sans inductance anti-harmonique, pour une tension de 2 kV. Le gradinage est 1.2.2.

Le courant nominal de la batterie est :
$Ib = Q / (\sqrt{3}\ Un) = 350000 / (\sqrt{3} \times 2000) = 101$ A

Suivant les données du constructeur, cette batterie peut fonctionner en permanence avec un courant de surcharge de 120 % Ib et pendant 20 mn avec une surcharge de 140 % Ib.

Les réglages de la protection sont :
Itrip = 120 % Ib = 121 A
Is = 140 % Ib = 141 A
Ts = 20 mn

Gradins 1 et 2 enclenchés
Les gradins 1 et 2 sont enclenchés dans la séquence en cours. Le courant de la séquence est :

$$\mathbf{Ibseq} = \frac{1+2+0}{1+2+2} \times \mathbf{Ib = 61\ A}$$

Pour un courant de 125 % Ibseq = 76 A, et un échauffement initial de 100 %, la valeur de k dans les tableaux de la courbe de déclenchement est k = 2,486.

Le temps de déclenchement est alors de :
t = k x Ts = 2,486 x 20 ≈ 50 mn

Tous les gradins enclenchés
Tous les gradins sont enclenchés, le courant de la séquence est alors le courant nominal de la batterie :

$$\mathbf{Ibseq} = \frac{1+2+2}{1+2+2} \times \mathbf{Ib = 101\ A}$$

Pour un courant de 140 % Ibseq = 141 A, et un échauffement initial de 0 % , la valeur de k dans les tableaux de la courbe de déclenchement est : k = 2,164.

Le temps de déclenchement est alors de :
t = k x Ts = 2,164 x 20 ≈ 43 mn

Le tableau suivant récapitule le courant nominal de la séquence, le courant de déclenchement et des exemples de temps de déclenchement pour des courants de surcharge de 125 % Ib et de 140 % Ib, pour des échauffements initiaux de 0 % et de 100 %.

N° des gradins enclenchés			Ibseq (A)	Itrip (A)	125 % Ibseq			140 % Ibseq		
					Iph (A)	Tdécl. (mn)		Iph (A)	Tdécl. (mn)	
1	2	3				0 %	100 %		0 %	100 %
■	-	-	$\frac{1+0+0}{1+2+2} \times Ib = 20$	24	25	83	50	28	43	20
■	■	-	$\frac{1+2+0}{1+2+2} \times Ib = 61$	73	76	83	50	85	43	20
-	■	■	$\frac{0+2+2}{1+2+2} \times Ib = 81$	97	101	83	50	113	43	20
■	■	■	$\frac{1+2+2}{1+2+2} \times Ib = 101$	121	126	83	50	141	43	20

Courbes pour un échauffement initial = 0 %

Is = 1,2 Ib

Iph/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
Itrip/Ibseq															
1,05	9,1282	6,7632	5,4705	4,6108	3,9841	3,5018	3,1171	2,8020	2,5389	2,3157	2,1239	1,9574	1,8115	1,6828	1,5683
1,10		3,7989	2,8277	2,2954	1,9404	1,6809	1,4809	1,3209	1,1896	1,0798	0,9865	0,9061	0,8362	0,7749	0,7207
1,15			1,8980	1,4189	1,1556	0,9796	0,8507	0,7510	0,6712	0,6056	0,5506	0,5037	0,4634	0,4282	0,3973

Is = 1,2 Ib

Iph/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
Itrip/Ibseq														
1,05	1,4660	1,3741	1,2911	1,2158	0,9747	0,8011	0,6713	0,5714	0,4927	0,4295	0,3779	0,3352	0,2995	0,2692
1,10	0,6725	0,6293	0,5905	0,5554	0,4435	0,3635	0,3040	0,2584	0,2226	0,1939	0,1704	0,1511	0,1349	0,1212
1,15	0,3699	0,3456	0,3237	0,3040	0,2417	0,1976	0,1649	0,1399	0,1204	0,1047	0,0920	0,0815	0,0728	0,0653

Is = 1,3 Ib

Iph/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
Itrip/Ibseq															
1,05	15,0540	11,1530	9,0217	7,6039	6,5703	5,7750	5,1405	4,6210	4,1871	3,8189	3,5027	3,2281	2,9875	2,7752	2,5864
1,10		6,7905	5,0545	4,1030	3,4684	3,0047	2,6470	2,3611	2,1265	1,9301	1,7633	1,6197	1,4948	1,3852	1,2883
1,15			3,9779	2,9738	2,4220	2,0530	1,7829	1,5740	1,4067	1,2692	1,1539	1,0557	0,9711	0,8974	0,8327
1,20				2,5077	1,8824	1,5378	1,3070	1,1375	1,0063	0,9010	0,8143	0,7415	0,6794	0,6257	0,5790
1,25					1,5305	1,1532	0,9449	0,8050	0,7021	0,6223	0,5582	0,5052	0,4607	0,4227	0,3898

Is = 1,3 Ib

Iph/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
Itrip/Ibseq														
1,05	2,4177	2,2661	2,1292	2,0051	1,6074	1,3211	1,1071	0,9424	0,8126	0,7084	0,6233	0,5529	0,4939	0,4440
1,10	1,2021	1,1249	1,0555	0,9927	0,7927	0,6498	0,5435	0,4619	0,3979	0,3465	0,3047	0,2701	0,2412	0,2167
1,15	0,7753	0,7242	0,6785	0,6372	0,5066	0,4141	0,3456	0,2933	0,2523	0,2195	0,1929	0,1709	0,1525	0,1370
1,20	0,5378	0,5013	0,4688	0,4396	0,3478	0,2834	0,2360	0,1999	0,1717	0,1493	0,1310	0,1160	0,1035	0,0929
1,25	0,3611	0,3358	0,3134	0,2933	0,2309	0,1874	0,1557	0,1316	0,1129	0,0981	0,0860	0,0761	0,0678	0,0609

Is = 1,4 Ib

Iph/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
Itrip/Ibseq															
1,05	21,4400	15,8850	12,8490	10,8300	9,3578	8,2251	7,3214	6,5815	5,9634	5,4391	4,9887	4,5976	4,2550	3,9525	3,6837
1,10		9,9827	7,4306	6,0317	5,0988	4,4171	3,8914	3,4710	3,1261	2,8375	2,5922	2,3811	2,1975	2,0364	1,8939
1,15			6,1214	4,5762	3,7270	3,1593	2,7435	2,4222	2,1647	1,9531	1,7757	1,6246	1,4944	1,3810	1,2813
1,20				4,1525	3,1170	2,5464	2,1642	1,8836	1,6664	1,4920	1,3483	1,2278	1,1249	1,0361	0,9587
1,25					2,9310	2,2085	1,8095	1,5416	1,3446	1,1918	1,0689	0,9676	0,8823	0,8095	0,7466
1,30						2,0665	1,5627	1,2839	1,0964	0,9582	0,8508	0,7643	0,6929	0,6327	0,5813
1,35							1,3673	1,0375	0,8546	0,7314	0,6404	0,5696	0,5125	0,4653	0,4254

Is = 1,4 Ib

Iph/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
Itrip/Ibseq														
1,05	3,4434	3,2275	3,0325	2,8557	2,2894	1,8816	1,5768	1,3422	1,1573	1,0089	0,8877	0,7874	0,7034	0,6323
1,10	1,7672	1,6537	1,5516	1,4593	1,1654	0,9552	0,7989	0,6791	0,5849	0,5094	0,4479	0,3970	0,3545	0,3186
1,15	1,1931	1,1145	1,0440	0,9805	0,7796	0,6372	0,5318	0,4513	0,3882	0,3378	0,2968	0,2629	0,2346	0,2107
1,20	0,8906	0,8302	0,7763	0,7279	0,5760	0,4692	0,3907	0,3310	0,2844	0,2472	0,2170	0,1921	0,1714	0,1538
1,25	0,6916	0,6432	0,6002	0,5618	0,4421	0,3589	0,2981	0,2521	0,2163	0,1878	0,1647	0,1457	0,1299	0,1165
1,30	0,5367	0,4977	0,4634	0,4328	0,3386	0,2738	0,2268	0,1914	0,1640	0,1422	0,1246	0,1102	0,0981	0,0880
1,35	0,3913	0,3617	0,3358	0,3129	0,2431	0,1957	0,1617	0,1361	0,1164	0,1009	0,0883	0,0780	0,0694	0,0622

Courbes pour un échauffement initial = 0 %

Is = 2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	**1,10**	**1,15**	**1,20**	**1,25**	**1,30**	**1,35**	**1,40**	**1,45**	**1,50**	**1,55**	**1,60**	**1,65**	**1,70**	**1,75**	**1,80**
1,05	69,6380	51,5950	41,7340	35,1750	30,3940	26,7150	23,7800	21,3760	19,3690	17,6660	16,2030	14,9330	13,8200	12,8380	11,9650
1,10		33,9580	25,2760	20,5180	17,3440	15,0260	13,2370	11,8070	10,6340	9,6521	8,8176	8,0995	7,4750	6,9270	6,4425
1,15			22,0350	16,4730	13,4160	11,3720	9,8756	8,7189	7,7922	7,0303	6,3916	5,8479	5,3792	4,9710	4,6123
1,20				16,0520	12,0490	9,8435	8,3659	7,2814	6,4415	5,7674	5,2122	4,7460	4,3485	4,0053	3,7060
1,25					12,4460	9,3782	7,6840	6,5465	5,7100	5,0610	4,5392	4,1087	3,7467	3,4375	3,1703
1,30						10,0300	7,5843	6,2313	5,3211	4,6505	4,1294	3,7096	3,3629	3,0708	2,8210
1,35							8,2921	6,2917	5,1827	4,4353	3,8838	3,4544	3,1081	2,8215	2,5799
1,40								6,9790	5,3124	4,3868	3,7619	3,3000	2,9399	2,6491	2,4081
1,50										5,1152	3,9169	3,2491	2,7969	2,4617	2,1997
1,60												3,8403	2,9564	2,4625	2,1271
1,70														2,8932	2,2383

Is = 2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	**1,85**	**1,90**	**1,95**	**2,00**	**2,20**	**2,40**	**2,60**	**2,80**	**3,00**	**3,20**	**3,40**	**3,60**	**3,80**	**4,00**
1,05	11,1840	10,4830	9,8495	9,2753	7,4358	6,1115	5,1214	4,3594	3,7590	3,2768	2,8832	2,5574	2,2846	2,0537
1,10	6,0114	5,6254	5,2781	4,9642	3,9642	3,2494	2,7177	2,3099	1,9896	1,7328	1,5235	1,3506	1,2059	1,0836
1,15	4,2947	4,0117	3,7581	3,5295	2,8064	2,2936	1,9142	1,6245	1,3975	1,2159	1,0683	0,9464	0,8446	0,7586
1,20	3,4426	3,2091	3,0008	2,8138	2,2265	1,8138	1,5104	1,2795	1,0993	0,9555	0,8388	0,7426	0,6624	0,5946
1,25	2,9368	2,7311	2,5486	2,3855	1,8775	1,5240	1,2659	1,0704	0,9184	0,7974	0,6994	0,6187	0,5515	0,4949
1,30	2,6048	2,4157	2,2489	2,1007	1,6433	1,3288	1,1007	0,9289	0,7958	0,6901	0,6047	0,5346	0,4762	0,4271
1,35	2,3729	2,1935	2,0365	1,8978	1,4745	1,1871	0,9804	0,8257	0,7061	0,6116	0,5354	0,4730	0,4210	0,3774
1,40	2,2046	2,0301	1,8787	1,7459	1,3461	1,0785	0,8878	0,7459	0,6369	0,5509	0,4817	0,4252	0,3782	0,3388
1,50	1,9875	1,8112	1,6620	1,5337	1,1600	0,9190	0,7509	0,6276	0,5337	0,4603	0,4016	0,3538	0,3143	0,2812
1,60	1,8779	1,6825	1,5240	1,3920	1,0256	0,8008	0,6484	0,5386	0,4560	0,3920	0,3411	0,2998	0,2659	0,2376
1,70	1,8713	1,6215	1,4355	1,2893	0,9143	0,7007	0,5610	0,4625	0,3895	0,3335	0,2894	0,2538	0,2246	0,2004

Courbes pour un échauffement initial = 100 %

Is = 1,2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	2,5249	1,4422	1,0000	0,7585	0,6064	0,5019	0,4258	0,3679	0,3226	0,2862	0,2563	0,2313	0,2102	0,1922	0,1766
1,10		1,624	1,000	0,720	0,559	0,454	0,381	0,3257	0,2835	0,2501	0,2229	0,2004	0,1816	0,1655	0,1518
1,15			1,000	0,645	0,477	0,377	0,310	0,2621	0,2260	0,1979	0,1754	0,1570	0,1417	0,1288	0,1177

Is = 1,2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,1630	0,1511	0,1405	0,1311	0,1020	0,0821	0,0677	0,0569	0,0486	0,0421	0,0368	0,0325	0,0289	0,0259
1,10	0,1398	0,1293	0,1201	0,1119	0,0867	0,0696	0,0573	0,0481	0,0410	0,0354	0,0310	0,0273	0,0243	0,0217
1,15	0,1082	0,0999	0,0926	0,0861	0,0664	0,0531	0,0436	0,0366	0,0312	0,0269	0,0235	0,0207	0,0184	0,0165

Is = 1,3 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	4,1639	2,3784	1,6492	1,2509	1,0000	0,8276	0,7021	0,6068	0,5320	0,4719	0,4226	0,3815	0,3467	0,3170	0,2913
1,10		2,9020	1,7875	1,2878	1,0000	0,8123	0,6802	0,5823	0,5068	0,4470	0,3984	0,3583	0,3246	0,2959	0,2713
1,15			2,0959	1,3521	1,0000	0,7901	0,6498	0,5493	0,4737	0,4148	0,3676	0,3291	0,2970	0,2699	0,2468
1,20				1,5014	1,0000	0,7541	0,6039	0,5017	0,4274	0,3708	0,3264	0,2905	0,2610	0,2364	0,2154
1,25					1,0000	0,6820	0,5222	0,4227	0,3541	0,3036	0,2648	0,2341	0,2092	0,1886	0,1713

Is = 1,3 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,2688	0,2491	0,2317	0,2162	0,1682	0,1354	0,1117	0,0939	0,0802	0,0694	0,0607	0,0535	0,0476	0,0426
1,10	0,2499	0,2311	0,2146	0,2000	0,1550	0,1243	0,1023	0,0859	0,0733	0,0633	0,0554	0,0488	0,0434	0,0389
1,15	0,2268	0,2094	0,1941	0,1805	0,1393	0,1114	0,0915	0,0767	0,0653	0,0564	0,0492	0,0434	0,0386	0,0345
1,20	0,1974	0,1819	0,1682	0,1562	0,1199	0,0955	0,0783	0,0655	0,0557	0,0481	0,0419	0,0369	0,0328	0,0293
1,25	0,1565	0,1438	0,1327	0,1230	0,0938	0,0745	0,0609	0,0508	0,0432	0,0372	0,0324	0,0285	0,0253	0,0226

Is = 1,4 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	5,9304	3,3874	2,3488	1,7816	1,4243	1,1788	1,0000	0,8642	0,7577	0,6721	0,6019	0,5434	0,4938	0,4515	0,4148
1,10		4,2662	2,6278	1,8931	1,4701	1,1942	1,0000	0,8560	0,7451	0,6571	0,5857	0,5267	0,4771	0,4350	0,3988
1,15			3,2252	2,0806	1,5388	1,2158	1,0000	0,8453	0,7289	0,6383	0,5657	0,5064	0,4570	0,4154	0,3797
1,20				2,4862	1,6559	1,2488	1,0000	0,8307	0,7077	0,6141	0,5405	0,4811	0,4323	0,3914	0,3567
1,25					1,9151	1,3061	1,0000	0,8095	0,6780	0,5814	0,5072	0,4484	0,4007	0,3612	0,3280
1,30						1,4393	1,0000	0,7750	0,6330	0,5339	0,4603	0,4035	0,3581	0,3211	0,2903
1,35							1,0000	0,7053	0,5521	0,4544	0,3855	0,3340	0,2940	0,2618	0,2355

Is = 1,4 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,3829	0,3548	0,3300	0,3079	0,2396	0,1928	0,1590	0,1337	0,1142	0,0988	0,0864	0,0762	0,0678	0,0607
1,10	0,3673	0,3398	0,3155	0,2940	0,2278	0,1828	0,1505	0,1263	0,1078	0,0931	0,0814	0,0718	0,0638	0,0571
1,15	0,3490	0,3222	0,2986	0,2778	0,2143	0,1714	0,1408	0,1180	0,1005	0,0868	0,0758	0,0668	0,0593	0,0531
1,20	0,3269	0,3011	0,2786	0,2587	0,1985	0,1582	0,1296	0,1085	0,0923	0,0796	0,0694	0,0611	0,0543	0,0486
1,25	0,2997	0,2753	0,2541	0,2355	0,1796	0,1426	0,1165	0,0973	0,0827	0,0712	0,0621	0,0546	0,0485	0,0433
1,30	0,2643	0,2420	0,2228	0,2060	0,1561	0,1235	0,1006	0,0838	0,0711	0,0612	0,0533	0,0468	0,0415	0,0371
1,35	0,2135	0,1948	0,1788	0,1649	0,1240	0,0976	0,0793	0,0659	0,0558	0,0480	0,0417	0,0367	0,0325	0,0290

Courbes pour un échauffement initial = 100 %

Is = 2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	19,2620	11,0020	7,6288	5,7866	4,6259	3,8286	3,2480	2,8069	2,4611	2,1831	1,9550	1,7648	1,6039	1,4663	1,3473
1,10		14,5120	8,9388	6,4398	5,0007	4,0622	3,4016	2,9118	2,5344	2,2351	1,9923	1,7915	1,6230	1,4797	1,3565
1,15			11,6100	7,4893	5,5392	4,3766	3,5996	3,0427	2,6238	2,2975	2,0364	1,8228	1,6451	1,4951	1,3669
1,20				9,6105	6,4010	4,8272	3,8656	3,2112	2,7355	2,3737	2,0892	1,8597	1,6709	1,5129	1,3788
1,25					8,1323	5,5465	4,2465	3,4375	2,8792	2,4688	2,1537	1,9041	1,7014	1,5337	1,3927
1,30						6,9855	4,8534	3,7614	3,0722	2,5911	2,2342	1,9582	1,7380	1,5583	1,4088
1,35							6,0646	4,2771	3,3484	2,7556	2,3380	2,0258	1,7828	1,5879	1,4280
1,40								5,3051	3,7883	2,9911	2,4776	2,1131	1,8388	1,6241	1,4511
1,50										4,1166	2,9979	2,3998	2,0090	1,7283	1,5149
1,60												3,2166	2,3778	1,9239	1,6242
1,70														2,4956	1,8670

Is = 2 Ib

Iph/Ibseq Itrip/Ibseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	1,2436	1,1525	1,0718	1,0000	0,7783	0,6262	0,5165	0,4343	0,3709	0,3209	0,2806	0,2476	0,2202	0,1972
1,10	1,2495	1,1559	1,0733	1,0000	0,7750	0,6217	0,5118	0,4297	0,3666	0,3168	0,2768	0,2441	0,2170	0,1943
1,15	1,2562	1,1597	1,0750	1,0000	0,7713	0,6169	0,5066	0,4247	0,3618	0,3124	0,2727	0,2404	0,2136	0,1911
1,20	1,2638	1,1640	1,0768	1,0000	0,7673	0,6115	0,5010	0,4192	0,3567	0,3076	0,2683	0,2363	0,2099	0,1877
1,25	1,2725	1,1690	1,0790	1,0000	0,7628	0,6057	0,4949	0,4133	0,3511	0,3025	0,2636	0,2320	0,2059	0,1841
1,30	1,2826	1,1747	1,0814	1,0000	0,7578	0,5992	0,4882	0,4069	0,3451	0,2969	0,2585	0,2274	0,2017	0,1802
1,35	1,2945	1,1813	1,0842	1,0000	0,7522	0,5920	0,4808	0,3998	0,3386	0,2910	0,2531	0,2224	0,1971	0,1760
1,40	1,3085	1,1891	1,0874	1,0000	0,7459	0,5841	0,4728	0,3921	0,3315	0,2844	0,2471	0,2170	0,1922	0,1715
1,50	1,3463	1,2094	1,0958	1,0000	0,7306	0,5652	0,4539	0,3744	0,3152	0,2697	0,2337	0,2048	0,1811	0,1614
1,60	1,4070	1,2406	1,1082	1,0000	0,7102	0,5410	0,4303	0,3527	0,2955	0,2520	0,2178	0,1904	0,1681	0,1496
1,70	1,5237	1,2953	1,1286	1,0000	0,6816	0,5089	0,4000	0,3253	0,2711	0,2302	0,1983	0,1730	0,1524	0,1355

Image thermique machine
Code ANSI 49 RMS

Protection des équipements contre les dommages thermiques dus à une surcharge.

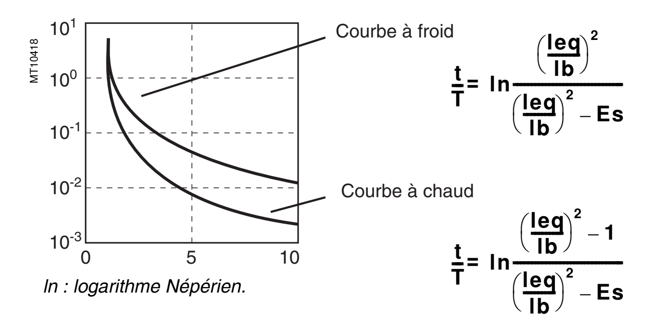
Fonctionnement

Cette fonction permet de protéger un équipement (moteur, transformateur, générateur) contre les surcharges, à partir de la mesure du courant absorbé.

Courbe de fonctionnement

La protection donne un ordre de déclenchement lorsque l'échauffement E calculé à partir de la mesure d'un courant équivalent Ieq est supérieur au seuil Es réglé.
Le plus grand courant admissible en permanence est
$I = Ib\sqrt{Es}$
Le temps de déclenchement de la protection est réglé par la constante de temps T.

- l'échauffement calculé dépend du courant absorbé et de l'état d'échauffement antérieur
- la courbe à froid définit le temps de déclenchement de la protection à partir d'un échauffement nul
- la courbe à chaud définit le temps de déclenchement de la protection à partir d'un échauffement nominal de 100 %.



$$\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2}{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$$

$$\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - 1}{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$$

ln : logarithme Népérien.

Seuil alarme, seuil déclenchement

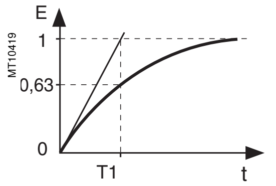
Deux seuils en échauffement peuvent être réglés :

- Es1 : alarme
- Es2 : déclenchement.

Seuil "état chaud"

Lorsque la fonction est utilisée pour protéger un moteur, ce seuil fixe est destiné à la détection de l'état chaud, utilisé par la fonction limitation du nombre de démarrages. Ce seuil vaut 50 %.

Constante de temps d'échauffement et de refroidissement



Constante de temps à l'échauffement.

MT10420
E
1
0,36
0
T2
t

Constante de temps au refroidissement.

Pour une machine tournante auto-ventilée, le refroidissement est plus efficace en marche qu'à l'arrêt. La marche et l'arrêt de l'équipement sont déduits de la valeur du courant :

- marche si I > 0,1 Ib
- arrêt si I < 0,1 Ib.

Deux constantes de temps peuvent être réglées :

- T1 : constante de temps d'échauffement : concerne l'équipement en marche
- T2 : constante de temps de refroidissement : concerne l'équipement à l'arrêt.

Prise en compte des harmoniques

Le courant mesuré par la protection thermique est un courant efficace triphasé qui tient compte des harmoniques jusqu'au rang 13.

Prise en compte de la température ambiante
La plupart des machines sont conçues pour fonctionner à une température ambiante maximale de 40 °C (104°F). La fonction image thermique prend en compte la température ambiante (Sepam équipé de l'option module/sonde de température, avec la sonde n°8 affectée à la mesure de la température ambiante) pour augmenter la valeur de l'échauffement calculé lorsque la température mesurée dépasse 40 °C (104°F).

Facteur d'augmentation : $\mathbf{fa} = \dfrac{\mathbf{Tmax} - \mathbf{40°C}}{\mathbf{Tmax} - \mathbf{Tambiant}}$

où T max est la température maximum de la machine, définie par sa classe d'isolement
T ambiant est la température mesurée.

Tableau des classes d'isolement

Classe	Y	A	E	B	F	H	200	220	250
Tmax	90 °C	105 °C	120 °C	130 °C	155 °C	180 °C	200 °C	220 °C	250 °C
Tmax	194 °F	221 °F	248 °F	266 °F	311 °F	356 °F	392 °F	428 °F	482 °F

Référence CEI 60085 (1984).

3

Adaptation de la protection à la tenue thermique d'un moteur
Le réglage de la protection thermique d'un moteur est souvent réalisé à partir des courbes à chaud et à froid fournies par le constructeur de la machine.
Pour respecter parfaitement ces courbes expérimentales, des paramètres supplémentaires peuvent être réglés :
■ un échauffement initial, Es0, permet de diminuer le temps de déclenchement à froid.

courbe à froid modifiée : $\dfrac{t}{T} = \ln\dfrac{\left(\dfrac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es0}{\left(\dfrac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$ où ln : logarithme Népérien.

■ un second jeu de paramètres (constantes de temps et seuils), permet de tenir compte de la tenue thermique rotor bloqué. Ce second jeu de paramètres est pris en compte lorsque le courant est supérieur à un seuil réglable Is.

Prise en compte de la composante inverse
Dans le cas des moteurs à rotor bobiné, la présence d'une composante inverse augmente l'échauffement du moteur. La composante inverse du courant est prise en compte dans la protection par l'équation :

$Ieq = \sqrt{Iph^2 + K \times Ii^2}$ où Iph est le plus grand courant phase
Ii est la composante inverse du courant
K est un coefficient réglable

K peut prendre les valeurs suivantes : 0 - 2,25 - 4,5 - 9
Pour un moteur asynchrone, la détermination de K se fait de la manière suivante :

$K = 2 \times \dfrac{Cd}{Cn} \times \dfrac{1}{g \times \left(\dfrac{Id}{Ib}\right)^2} - 1$ où Cn, Cd : couple nominal et au démarrage
Ib, Id : courant de base et courant de démarrage
g : glissement nominal

Calcul de la constante de temps de refroidissement T2
La constante de temps T2 peut être calculée à partir des températures mesurées au sein de l'équipement protégé par des sondes raccordées au module MET148-2 n° 1.
L'estimation de T2 est faite :
■ après une séquence échauffement/refroidissement :
□ période d'échauffement détectée par Es > 70 %
□ suivie par un arrêt détecté par Ieq < 10 % de Ib
■ lorsque la température de l'équipement est mesurée par sondes raccordées au module MET148-2 n° 1 :
□ sonde 1, 2 ou 3 affectée à la mesure de la température stator des moteurs/ générateurs
□ sonde 1, 3 ou 5 affectée à la mesure de la température des transformateurs.
Après chaque nouvelle séquence échauffement/refroidissement détectée, une nouvelle valeur de T2 est estimée.
Après estimation, T2 peut être utilisée de 2 façons :
■ soit automatiquement, chaque nouvelle valeur calculée mettant à jour la constante T2 utilisée
■ soit manuellement, en saisissant la valeur dans le paramètre T2.
L'utilisation de la sonde numéro 8 pour mesurer la température ambiante permet d'améliorer la précision des estimations de ces mesures.
La fonction disposant de 2 régimes de fonctionnement, une constante de temps est estimée pour chacun de ces régimes.
Dans le cas des applications groupe-bloc ou moteur-bloc, il est conseillé de raccorder les sondes de la machine tournante sur la MET148-2 n° 1, pour bénéficier de l'apprentissage de T2 sur la machine tournante plutôt que sur le transformateur.

Verrouillage du démarrage
La protection image thermique peut verrouiller la fermeture de l'appareil de commande du moteur protégé tant que l'échauffement n'est pas redescendu en dessous d'une valeur permettant le redémarrage.
Cette valeur tient compte de l'échauffement que le moteur produit lors de son démarrage.
Ce verrouillage est regroupé avec celui de la protection **limitation du nombre de démarrages** et une signalisation DEMARRAGE INHIBE informe l'exploitant.

Sauvegarde de l'échauffement
L'échauffement en cours est sauvegardé si il y a perte de l'alimentation auxiliaire.

Blocage du déclenchement
Le déclenchement de la protection image thermique moteur peut être verrouillé par l'entrée logique "inhibition image thermique" lorsque le process l'exige.

Prise en compte de deux régimes de fonctionnement
La protection image thermique peut être utilisée pour protéger des équipements à deux régimes de fonctionnement, comme par exemple :
■ les transformateurs à deux modes de ventilation, avec ou sans ventilation forcée (ONAN / ONAF)
■ les moteurs à deux vitesses.
La protection dispose de deux jeux de réglage, chaque jeu de réglage est adapté à la protection de l'équipement dans un des deux régimes de fonctionnement.
Le basculement d'un régime sur l'autre s'effectue sans perte de la valeur d'échauffement. Il est commandé, au choix :
■ par une entrée logique, affectée à la fonction "changement de régime thermique"
■ lorsque le courant phase atteint un seuil réglable Is (à utiliser pour traiter le changement de régime thermique d'un moteur rotor bloqué).
Le courant de base de l'équipement, utilisé dans le calcul de l'échauffement, dépend du régime de fonctionnement :
■ pour un basculement par entrée logique et en régime 2, le calcul de l'échauffement de l'équipement utilise le courant de base Ib-régime 2, réglage spécifique de la protection image thermique
■ dans tous les autres cas, le calcul de l'échauffement de l'équipement utilise le courant de base Ib, défini comme paramètre général de Sepam.

Informations d'exploitation
Les informations suivantes sont disponibles pour l'exploitant :
■ l'échauffement
■ la constante de temps de refroidissement T2 calculée
■ le temps avant autorisation de redémarrage (en cas de verrouillage du démarrage)
■ le temps avant déclenchement (à courant constant).
Voir fonctions de mesure et d'aide à l'exploitation des machines.

Schéma de principe

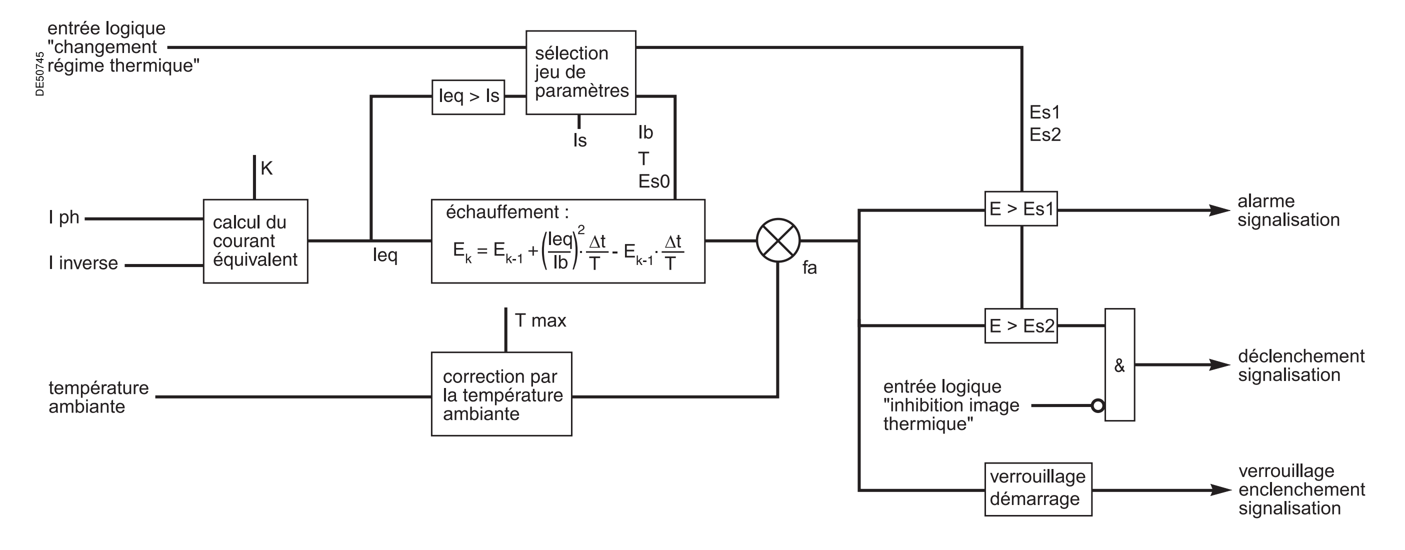


Image thermique machine
Code ANSI 49 RMS

Caractéristiques

Réglages	
Origine de la mesure (1)	
Plage de réglage	I1, I2, I3 / I'1, I'2, I'3
Prise en compte de la composante inverse K	
Plage de réglage	0 - 2,25 - 4,5 - 9
Prise en compte de la température ambiante	
Plage de réglage	Oui / non
Utilisation de la constante de refroidissement auto-apprise T2	
Plage de réglage	Oui / non
Température maximum de l'équipement Tmax (classe d'isolement)	
Plage de réglage	60 °C à 200 °C ou 140 °F à 392 °F
Résolution	1 °C ou 1 °F
Régime thermique 1	
Seuil Es1 d'alarme	
Plage de réglage	0° à 300 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Seuil Es2 de déclenchement	
Plage de réglage	0° à 300 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Seuil Es0 d'échauffement initial	
Plage de réglage	0 % à 100 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Constante de temps d'échauffement T1	
Plage de réglage	1 mn à 600 mn
Résolution	1 mn
Constante de temps de refroidissement T2	
Plage de réglage	5 mn à 600 mn
Résolution	1 mn
Régime thermique 2	
Utilisation du régime thermique 2	
Plage de réglage	Oui / non
Seuil Es1 d'alarme	
Plage de réglage	0 % à 300 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Seuil Es2 de déclenchement	
Plage de réglage	0 % à 300 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Seuil Es0 d'échauffement initial	
Plage de réglage	0 % à 100 %
Précision (2)	±2 %
Résolution	1 %
Constante de temps d'échauffement T1	
Plage de réglage	1 mn à 600 mn
Résolution	1 mn
Constante de temps de refroidissement T2	
Plage de réglage	5 mn à 600 mn
Résolution	1 mn
Seuil de basculement du régime thermique 2	
Plage de réglage	25 % à 800 % de Ib
Précision (2)	±5 %
Résolution	1 %
Courant de base Ib - régime 2	
Plage de réglage	0,2 à 2,6 In ou I'n
Précision (2)	±5 %
Résolution	1 A
Temps caractéristiques (2)	
Précision du temps de fonctionnement	±2 % ou ±1 s

(1) Uniquement application transformateur.
(2) Dans les conditions de référence (CEI 60255-8).

Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P49RMS_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P49RMS_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie temporisée	P49RMS_1_3	■	■	■
Alarme	P49RMS_1_10	■	■	■
Verrouillage enclenchement	P49RMS_1_11	■	■	■
Protection inhibée	P49RMS_1_16	■	■	
État chaud	P49RMS_1_18	■	■	
Inhibition image thermique	P49RMS_1_32	■	■	

Exemple 1 : moteur

On dispose des données suivantes :

■ constantes de temps pour le régime en marche T1 et au repos T2 :

□ T1 = 25 mn

□ T2 = 70 mn

■ courant maximum en régime permanent : Imax/Ib = 1,05.

Réglage du seuil de déclenchement Es2

Es2 = $(Imax/Ib)^2$ = 110 %

Remarque : Si le moteur absorbe un courant de 1,05 Ib en permanence, l'échauffement calculé par l'image thermique atteindra 110 %.

Réglage du seuil d'alarme Es1

Es1 = 90 % (I/Ib = 0,95).

Kinverse : 4,5 (valeur habituelle)

Les autres paramètres de l'image thermique n'ont pas besoin d'être réglés. Par défaut, ils ne sont pas pris en compte.

Exemple 2 : moteur

On dispose des données suivantes :

■ tenue thermique du moteur sous forme de courbes à chaud et à froid (cf courbes à trait continu en figure 1)

■ constante de temps au refroidissement T2

■ courant maximum en régime permanent : Imax/Ib = 1,05.

Réglage du seuil de déclenchement Es2

Es2 = $(Imax/Ib)^2$ = 110 %

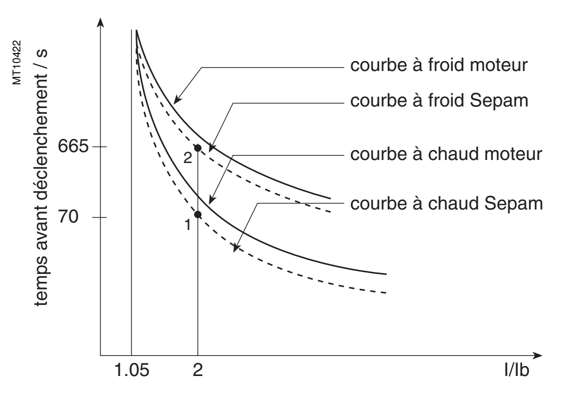
Réglage du seuil d'alarme Es1 :

Es1 = 90 % (I/Ib = 0,95).

L'exploitation des courbes à chaud/froid du constructeur (1) permet de déterminer la constante de temps pour l'échauffement T1.

La démarche consiste à placer les courbes à chaud/froid du Sepam en dessous de celles du moteur.

Figure 1 : courbe de tenue thermique moteur et de déclenchement de l'image thermique



Pour une surcharge de 2Ib, on obtient la valeur t/T1 = 0,0339 (2).

Pour que le Sepam déclenche au niveau du point 1 (t = 70 s), T1 vaut 2065 s ≈ 34 mn.

Avec un réglage de T1 = 34 mn, on obtient le temps de déclenchement à partir d'un état à froid (point 2). Celui ci vaut dans ce cas t/T1 = 0,3216 ⇒ t = 665 s soit ≈ 11 mn ce qui est compatible avec la tenue thermique du moteur à froid.

Le facteur de composante inverse K est calculé avec l'équation définie en page 115.

Les paramètres du 2e exemplaire image thermique n'ont pas besoin d'être réglés. Par défaut, ils ne sont pas pris en compte.

Exemple 3 : moteur

On dispose des données suivantes :

■ tenue thermique du moteur sous forme de courbes à chaud et à froid (cf courbes à trait continu en figure 2)

■ constante de temps au refroidissement T2

■ courant maximum en régime permanent : Imax/Ib = 1,1.

La détermination des paramètres de l'image thermique est similaire à celle décrite dans l'exemple précédent.

Réglage du seuil de déclenchement Es2

Es2 = $(Imax/Ib)^2$ = 120 %

Réglage du seuil d'alarme Es1

Es1 = 90 % (I/Ib = 0,95).

La constante de temps T1 est calculée pour que l'image thermique déclenche au bout de 100 s (point 1).

Avec t/T1 = 0,069 (I/Ib = 2 et Es2 = 120 %) :

⇒ T1 = 100 s / 0,069 = 1449 s ≈ 24 mn.

Le temps de déclenchement en partant de l'état froid vaut :

t/T1 = 0,3567 ⇒ t = 24 mn x 0,3567 = 513 s (point 2').

Ce temps de déclenchement est trop long car la limite pour ce courant de surcharge est de 400 s (point 2).

Si on baisse la constante de temps T1, l'image thermique déclenchera plus tôt et en dessous du point 2.

Le risque qu'un démarrage du moteur à chaud ne soit plus possible existe également dans ce cas (cf figure 2 où une courbe à chaud du Sepam plus basse croiserait la courbe du démarrage avec U = 0,9 Un).

Le **paramètre Es0** est un réglage qui permet de résoudre ces écarts en abaissant la courbe à froid du Sepam sans bouger la courbe à chaud.

Dans l'exemple présent, l'image thermique doit déclencher au bout de 400 s en partant d'un état à froid.

L'obtention de la valeur Es0 est définie par l'équation suivante :

$$Es0 = \left[\frac{I_{traité}}{I_b}\right]^2 - e^{\frac{t_{nécessaire}}{T_1}} \times \left[\left[\frac{I_{traité}}{I_b}\right]^2 - Es2\right]$$

avec :

$t_{nécessaire}$: temps de déclenchement nécessaire en partant d'un état froid.

$I_{traité}$: courant de l'équipement.

(1) Lorsque le constructeur machine fournit à la fois une constante de temps T1 et les courbes à chaud/froid de la machine, l'utilisation des courbes est recommandée car elles sont plus précises.

(2) On peut se servir des tableaux contenant les valeurs numériques de la courbe à chaud du Sepam ou bien utiliser l'équation de cette courbe donnée dans le paragraphe sur le fonctionnement en page 114.

En valeurs numériques on obtient donc :

$$Es0 = 4 - e^{\frac{400\ s}{24 \times 60\ s}} \times [4 - (1,2)] = 0,3035 \approx (31\%)$$

En réglant alors une valeur de Es0 = 31 %, on déplace le point 2' vers le bas pour obtenir un temps de déclenchement plus court et compatible avec la tenue thermique du moteur à froid (cf figure 3).
Remarque : Un réglage Es0 = 100 % signifie donc que les courbes à chaud et à froid sont identiques.

Figure 2 : courbes à chaud/froid non compatibles avec la tenue thermique du moteur

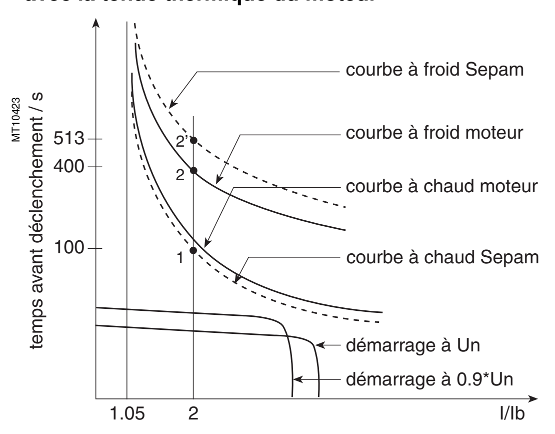
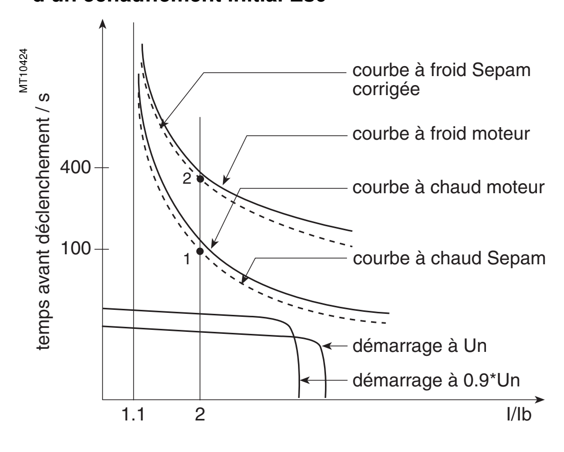
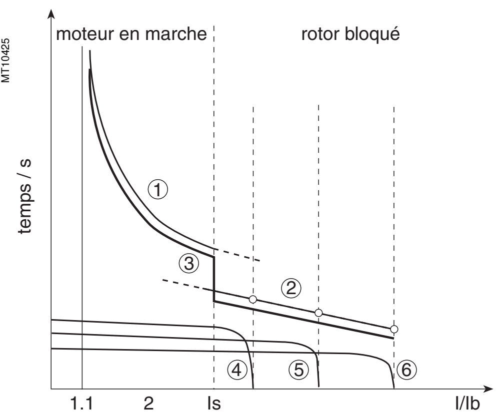


Figure 3 : courbes à chaud/froid compatibles avec la tenue thermique du moteur via le paramétrage d'un échauffement initial Es0



Utilisation du jeu de réglage supplémentaire
Lorsque le rotor d'un moteur est bloqué ou tourne très lentement, son comportement thermique est différent de celui sous charge nominale.
Dans ces conditions, le moteur est endommagé par une surchauffe du rotor ou du stator. Pour les moteurs de grande puissance, l'échauffement du rotor est le plus souvent un facteur limitant.
Les paramètres de l'image thermique choisis pour le fonctionnement à faible surcharge ne sont plus valables.
Afin de protéger le moteur dans ce cas, une protection "démarrage trop long" peut être utilisée.
Toutefois, les fabricants de moteurs fournissent les courbes de tenue thermique lorsque le rotor est bloqué, et ce pour différentes tensions lors du démarrage.

Figure 4 : Tenue thermique rotor bloqué



1 : tenue thermique, moteur en marche
2 : tenue thermique, moteur à l'arrêt
3 : courbe de déclenchement Sepam
4 : démarrage à 65 % Un
5 : démarrage à 80 % Un
6 : démarrage à 100 % Un

Afin de tenir compte de ces courbes, le 2e exemplaire de l'image thermique peut être utilisé.
La constante de temps dans ce cas est à priori plus courte ; néanmoins elle doit être déterminée de la même manière que celle du 1er exemplaire.
La protection image thermique bascule entre le premier et le deuxième exemplaire si le courant équivalent Ieq dépasse la valeur Is (courant de seuil).

Exemple 4 : transformateur à 2 modes de ventilation

On dispose des données suivantes :
Le courant nominal d'un transformateur à 2 modes de ventilation est :

- Ib = 200 A sans ventilation forcée (mode ONAN), régime de fonctionnement principal du transformateur
- Ib = 240 A avec ventilation forcée (mode ONAF), régime de fonctionnement temporaire, pour disposer de 20 % de puissance supplémentaire

Réglage du courant de base du régime thermique 1 : Ib = 200 A
(à régler dans les paramètres généraux de Sepam).
Réglage du courant de base du régime thermique 2 : Ib2 = 240 A
(à régler parmi les réglages propres à la protection image thermique).
Changement de régime par entrée logique, à affecter à la fonction "changement régime thermique" et à raccorder à la commande de ventilation du transformateur.
Les réglages relatifs à chaque régime thermique (seuils Es, constantes de temps, etc.) sont à déterminer en fonction des caractéristiques du transformateur fournies par le constructeur.

Courbes à froid pour Es0 = 0 %

I/Ib Es (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
50	0,6931	0,6042	0,5331	0,4749	0,4265	0,3857	0,3508	0,3207	0,2945	0,2716	0,2513	0,2333	0,2173	0,2029	0,1900	0,1782	0,1676
55	0,7985	0,6909	0,6061	0,5376	0,4812	0,4339	0,3937	0,3592	0,3294	0,3033	0,2803	0,2600	0,2419	0,2257	0,2111	0,1980	0,1860
60	0,9163	0,7857	0,6849	0,6046	0,5390	0,4845	0,4386	0,3993	0,3655	0,3360	0,3102	0,2873	0,2671	0,2490	0,2327	0,2181	0,2048
65	1,0498	0,8905	0,7704	0,6763	0,6004	0,5379	0,4855	0,4411	0,4029	0,3698	0,3409	0,3155	0,2929	0,2728	0,2548	0,2386	0,2239
70	1,2040	1,0076	0,8640	0,7535	0,6657	0,5942	0,5348	0,4847	0,4418	0,4049	0,3727	0,3444	0,3194	0,2972	0,2774	0,2595	0,2434
75	1,3863	1,1403	0,9671	0,8373	0,7357	0,6539	0,5866	0,5302	0,4823	0,4412	0,4055	0,3742	0,3467	0,3222	0,3005	0,2809	0,2633
80	1,6094	1,2933	1,0822	0,9287	0,8109	0,7174	0,6413	0,5780	0,5245	0,4788	0,4394	0,4049	0,3747	0,3479	0,3241	0,3028	0,2836
85	1,8971	1,4739	1,2123	1,0292	0,8923	0,7853	0,6991	0,6281	0,5686	0,5180	0,4745	0,4366	0,4035	0,3743	0,3483	0,3251	0,3043
90	2,3026	1,6946	1,3618	1,1411	0,9808	0,8580	0,7605	0,6809	0,6147	0,5587	0,5108	0,4694	0,4332	0,4013	0,3731	0,3480	0,3254
95		1,9782	1,5377	1,2670	1,0780	0,9365	0,8258	0,7366	0,6630	0,6012	0,5486	0,5032	0,4638	0,4292	0,3986	0,3714	0,3470
100		2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958	0,7956	0,7138	0,6455	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691
105		3,0445	2,0232	1,5796	1,3063	1,1147	0,9710	0,8583	0,7673	0,6920	0,6286	0,5746	0,5279	0,4872	0,4515	0,4199	0,3917
110			2,3979	1,7824	1,4435	1,2174	1,0524	0,9252	0,8238	0,7406	0,6712	0,6122	0,5616	0,5176	0,4790	0,4450	0,4148
115			3,0040	2,0369	1,6025	1,3318	1,1409	0,9970	0,8837	0,7918	0,7156	0,6514	0,5964	0,5489	0,5074	0,4708	0,4384
120				2,3792	1,7918	1,4610	1,2381	1,0742	0,9474	0,8457	0,7621	0,6921	0,6325	0,5812	0,5365	0,4973	0,4626
125				2,9037	2,0254	1,6094	1,3457	1,1580	1,0154	0,9027	0,8109	0,7346	0,6700	0,6146	0,5666	0,5245	0,4874
130					2,3308	1,7838	1,4663	1,2493	1,0885	0,9632	0,8622	0,7789	0,7089	0,6491	0,5975	0,5525	0,5129
135					2,7726	1,9951	1,6035	1,3499	1,1672	1,0275	0,9163	0,8253	0,7494	0,6849	0,6295	0,5813	0,5390
140						2,2634	1,7626	1,4618	1,2528	1,0962	0,9734	0,8740	0,7916	0,7220	0,6625	0,6109	0,5658
145						2,6311	1,9518	1,5877	1,3463	1,1701	1,0341	0,9252	0,8356	0,7606	0,6966	0,6414	0,5934
150						3,2189	2,1855	1,7319	1,4495	1,2498	1,0986	0,9791	0,8817	0,8007	0,7320	0,6729	0,6217
155							2,4908	1,9003	1,5645	1,3364	1,1676	1,0361	0,9301	0,8424	0,7686	0,7055	0,6508
160							2,9327	2,1030	1,6946	1,4313	1,2417	1,0965	0,9808	0,8860	0,8066	0,7391	0,6809
165								2,3576	1,8441	1,5361	1,3218	1,1609	1,0343	0,9316	0,8461	0,7739	0,7118
170								2,6999	2,0200	1,6532	1,4088	1,2296	1,0908	0,9793	0,8873	0,8099	0,7438
175								3,2244	2,2336	1,7858	1,5041	1,3035	1,1507	1,0294	0,9302	0,8473	0,7768
180									2,5055	1,9388	1,6094	1,3832	1,2144	1,0822	0,9751	0,8861	0,8109
185									2,8802	2,1195	1,7272	1,4698	1,2825	1,1379	1,0220	0,9265	0,8463
190									3,4864	2,3401	1,8608	1,5647	1,3555	1,1970	1,0713	0,9687	0,8829
195										2,6237	2,0149	1,6695	1,4343	1,2597	1,1231	1,0126	0,9209
200										3,0210	2,1972	1,7866	1,5198	1,3266	1,1778	1,0586	0,9605

Image thermique machine
Code ANSI 49 RMS
Courbes de déclenchement

Courbes à froid pour Es0 = 0 %

I/Ib Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
50	0,1579	0,1491	0,1410	0,1335	0,1090	0,0908	0,0768	0,0659	0,0572	0,0501	0,0442	0,0393	0,0352	0,0317	0,0288	0,0262	0,0239
55	0,1752	0,1653	0,1562	0,1479	0,1206	0,1004	0,0849	0,0727	0,0631	0,0552	0,0487	0,0434	0,0388	0,0350	0,0317	0,0288	0,0263
60	0,1927	0,1818	0,1717	0,1625	0,1324	0,1100	0,0929	0,0796	0,069	0,0604	0,0533	0,0474	0,0424	0,0382	0,0346	0,0315	0,0288
65	0,2106	0,1985	0,1875	0,1773	0,1442	0,1197	0,1011	0,0865	0,075	0,0656	0,0579	0,0515	0,0461	0,0415	0,0375	0,0342	0,0312
70	0,2288	0,2156	0,2035	0,1924	0,1562	0,1296	0,1093	0,0935	0,081	0,0708	0,0625	0,0555	0,0497	0,0447	0,0405	0,0368	0,0336
75	0,2474	0,2329	0,2197	0,2076	0,1684	0,1395	0,1176	0,1006	0,087	0,0761	0,0671	0,0596	0,0533	0,0480	0,0434	0,0395	0,0361
80	0,2662	0,2505	0,2362	0,2231	0,1807	0,1495	0,1260	0,1076	0,0931	0,0813	0,0717	0,0637	0,0570	0,0513	0,0464	0,0422	0,0385
85	0,2855	0,2685	0,2530	0,2389	0,1931	0,1597	0,1344	0,1148	0,0992	0,0867	0,0764	0,0678	0,0607	0,0546	0,0494	0,0449	0,0410
90	0,3051	0,2868	0,2701	0,2549	0,2057	0,1699	0,1429	0,1219	0,1054	0,092	0,0811	0,0720	0,0644	0,0579	0,0524	0,0476	0,0435
95	0,3251	0,3054	0,2875	0,2712	0,2185	0,1802	0,1514	0,1292	0,1116	0,0974	0,0858	0,0761	0,0681	0,0612	0,0554	0,0503	0,0459
100	0,3456	0,3244	0,3051	0,2877	0,2314	0,1907	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484
105	0,3664	0,3437	0,3231	0,3045	0,2445	0,2012	0,1688	0,1438	0,1241	0,1082	0,0952	0,0845	0,0755	0,0679	0,0614	0,0558	0,0509
110	0,3877	0,3634	0,3415	0,3216	0,2578	0,2119	0,1776	0,1512	0,1304	0,1136	0,1000	0,0887	0,0792	0,0712	0,0644	0,0585	0,0534
115	0,4095	0,3835	0,3602	0,3390	0,2713	0,2227	0,1865	0,1586	0,1367	0,1191	0,1048	0,0929	0,0830	0,0746	0,0674	0,0612	0,0559
120	0,4317	0,4041	0,3792	0,3567	0,2849	0,2336	0,1954	0,1661	0,1431	0,1246	0,1096	0,0972	0,0868	0,0780	0,0705	0,0640	0,0584
125	0,4545	0,4250	0,3986	0,3747	0,2988	0,2446	0,2045	0,1737	0,1495	0,1302	0,1144	0,1014	0,0905	0,0813	0,0735	0,0667	0,0609
130	0,4778	0,4465	0,4184	0,3930	0,3128	0,2558	0,2136	0,1813	0,156	0,1358	0,1193	0,1057	0,0943	0,0847	0,0766	0,0695	0,0634
135	0,5016	0,4683	0,4386	0,4117	0,3270	0,2671	0,2228	0,1890	0,1625	0,1414	0,1242	0,1100	0,0982	0,0881	0,0796	0,0723	0,0659
140	0,5260	0,4907	0,4591	0,4308	0,3414	0,2785	0,2321	0,1967	0,1691	0,147	0,1291	0,1143	0,1020	0,0916	0,0827	0,0751	0,0685
145	0,5511	0,5136	0,4802	0,4502	0,3561	0,2900	0,2414	0,2045	0,1757	0,1527	0,1340	0,1187	0,1058	0,0950	0,0858	0,0778	0,0710
150	0,5767	0,5370	0,5017	0,4700	0,3709	0,3017	0,2509	0,2124	0,1823	0,1584	0,1390	0,1230	0,1097	0,0984	0,0889	0,0806	0,0735
155	0,6031	0,5610	0,5236	0,4902	0,3860	0,3135	0,2604	0,2203	0,189	0,1641	0,1440	0,1274	0,1136	0,1019	0,0920	0,0834	0,0761
160	0,6302	0,5856	0,5461	0,5108	0,4013	0,3254	0,2701	0,2283	0,1957	0,1699	0,1490	0,1318	0,1174	0,1054	0,0951	0,0863	0,0786
165	0,6580	0,6108	0,5690	0,5319	0,4169	0,3375	0,2798	0,2363	0,2025	0,1757	0,1540	0,1362	0,1213	0,1088	0,0982	0,0891	0,0812
170	0,6866	0,6366	0,5925	0,5534	0,4327	0,3498	0,2897	0,2444	0,2094	0,1815	0,1591	0,1406	0,1253	0,1123	0,1013	0,0919	0,0838
175	0,7161	0,6631	0,6166	0,5754	0,4487	0,3621	0,2996	0,2526	0,2162	0,1874	0,1641	0,1451	0,1292	0,1158	0,1045	0,0947	0,0863
180	0,7464	0,6904	0,6413	0,5978	0,4651	0,3747	0,3096	0,2608	0,2231	0,1933	0,1693	0,1495	0,1331	0,1193	0,1076	0,0976	0,0889
185	0,7777	0,7184	0,6665	0,6208	0,4816	0,3874	0,3197	0,2691	0,2301	0,1993	0,1744	0,1540	0,1371	0,1229	0,1108	0,1004	0,0915
190	0,8100	0,7472	0,6925	0,6444	0,4985	0,4003	0,3300	0,2775	0,2371	0,2052	0,1796	0,1585	0,1411	0,1264	0,1140	0,1033	0,0941
195	0,8434	0,7769	0,7191	0,6685	0,5157	0,4133	0,3403	0,2860	0,2442	0,2113	0,1847	0,1631	0,1451	0,1300	0,1171	0,1062	0,0967
200	0,8780	0,8075	0,7465	0,6931	0,5331	0,4265	0,3508	0,2945	0,2513	0,2173	0,1900	0,1676	0,1491	0,1335	0,1203	0,1090	0,0993

Courbes à froid pour Es0 = 0 %

I/Ib Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
50	0,0219	0,0202	0,0167	0,0140	0,0119	0,0103	0,0089	0,0078	0,0069	0,0062	0,0056	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
55	0,0242	0,0222	0,0183	0,0154	0,0131	0,0113	0,0098	0,0086	0,0076	0,0068	0,0061	0,0055	0,0035	0,0024	0,0018	0,0014
60	0,0264	0,0243	0,0200	0,0168	0,0143	0,0123	0,0107	0,0094	0,0083	0,0074	0,0067	0,0060	0,0038	0,0027	0,0020	0,0015
65	0,0286	0,0263	0,0217	0,0182	0,0155	0,0134	0,0116	0,0102	0,0090	0,0081	0,0072	0,0065	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
70	0,0309	0,0284	0,0234	0,0196	0,0167	0,0144	0,0125	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
75	0,0331	0,0305	0,0251	0,0211	0,0179	0,0154	0,0134	0,0118	0,0104	0,0093	0,0083	0,0075	0,0048	0,0033	0,0025	0,0019
80	0,0353	0,0325	0,0268	0,0225	0,0191	0,0165	0,0143	0,0126	0,0111	0,0099	0,0089	0,0080	0,0051	0,0036	0,0026	0,0020
85	0,0376	0,0346	0,0285	0,0239	0,0203	0,0175	0,0152	0,0134	0,0118	0,0105	0,0095	0,0085	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
90	0,0398	0,0367	0,0302	0,0253	0,0215	0,0185	0,0161	0,0142	0,0125	0,0112	0,0100	0,0090	0,0058	0,0040	0,0029	0,0023
95	0,0421	0,0387	0,0319	0,0267	0,0227	0,0196	0,0170	0,0150	0,0132	0,0118	0,0106	0,0095	0,0061	0,0042	0,0031	0,0024
100	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
105	0,0466	0,0429	0,0353	0,0296	0,0252	0,0217	0,0188	0,0165	0,0146	0,0130	0,0117	0,0106	0,0067	0,0047	0,0034	0,0026
110	0,0489	0,0450	0,0370	0,0310	0,0264	0,0227	0,0197	0,0173	0,0153	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
115	0,0512	0,0471	0,0388	0,0325	0,0276	0,0237	0,0207	0,0181	0,0160	0,0143	0,0128	0,0116	0,0074	0,0051	0,0038	0,0029
120	0,0535	0,0492	0,0405	0,0339	0,0288	0,0248	0,0216	0,0189	0,0167	0,0149	0,0134	0,0121	0,0077	0,0053	0,0039	0,0030
125	0,0558	0,0513	0,0422	0,0353	0,0300	0,0258	0,0225	0,0197	0,0175	0,0156	0,0139	0,0126	0,0080	0,0056	0,0041	0,0031
130	0,0581	0,0534	0,0439	0,0368	0,0313	0,0269	0,0234	0,0205	0,0182	0,0162	0,0145	0,0131	0,0084	0,0058	0,0043	0,0033
135	0,0604	0,0555	0,0457	0,0382	0,0325	0,0279	0,0243	0,0213	0,0189	0,0168	0,0151	0,0136	0,0087	0,0060	0,0044	0,0034
140	0,0627	0,0576	0,0474	0,0397	0,0337	0,0290	0,0252	0,0221	0,0196	0,0174	0,0156	0,0141	0,0090	0,0062	0,0046	0,0035
145	0,0650	0,0598	0,0491	0,0411	0,0349	0,0300	0,0261	0,0229	0,0203	0,0181	0,0162	0,0146	0,0093	0,0065	0,0047	0,0036
150	0,0673	0,0619	0,0509	0,0426	0,0361	0,0311	0,0270	0,0237	0,0210	0,0187	0,0168	0,0151	0,0096	0,0067	0,0049	0,0038
155	0,0696	0,0640	0,0526	0,0440	0,0374	0,0321	0,0279	0,0245	0,0217	0,0193	0,0173	0,0156	0,0100	0,0069	0,0051	0,0039
160	0,0720	0,0661	0,0543	0,0455	0,0386	0,0332	0,0289	0,0253	0,0224	0,0200	0,0179	0,0161	0,0103	0,0071	0,0052	0,0040
165	0,0743	0,0683	0,0561	0,0469	0,0398	0,0343	0,0298	0,0261	0,0231	0,0206	0,0185	0,0166	0,0106	0,0074	0,0054	0,0041
170	0,0766	0,0704	0,0578	0,0484	0,0411	0,0353	0,0307	0,0269	0,0238	0,0212	0,0190	0,0171	0,0109	0,0076	0,0056	0,0043
175	0,0790	0,0726	0,0596	0,0498	0,0423	0,0364	0,0316	0,0277	0,0245	0,0218	0,0196	0,0177	0,0113	0,0078	0,0057	0,0044
180	0,0813	0,0747	0,0613	0,0513	0,0435	0,0374	0,0325	0,0285	0,0252	0,0225	0,0201	0,0182	0,0116	0,0080	0,0059	0,0045
185	0,0837	0,0769	0,0631	0,0528	0,0448	0,0385	0,0334	0,0293	0,0259	0,0231	0,0207	0,0187	0,0119	0,0083	0,0061	0,0046
190	0,0861	0,0790	0,0649	0,0542	0,0460	0,0395	0,0344	0,0301	0,0266	0,0237	0,0213	0,0192	0,0122	0,0085	0,0062	0,0048
195	0,0884	0,0812	0,0666	0,0557	0,0473	0,0406	0,0353	0,0309	0,0274	0,0244	0,0218	0,0197	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
200	0,0908	0,0834	0,0684	0,0572	0,0485	0,0417	0,0362	0,0317	0,0281	0,0250	0,0224	0,0202	0,0129	0,0089	0,0066	0,0050

Courbes à chaud

I/lb Es (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
105		0,6690	0,2719	0,1685	0,1206	0,0931	0,0752	0,0627	0,0535	0,0464	0,0408	0,0363	0,0326	0,0295	0,0268	0,0245	0,0226
110		3,7136	0,6466	0,3712	0,2578	0,1957	0,1566	0,1296	0,1100	0,0951	0,0834	0,0740	0,0662	0,0598	0,0544	0,0497	0,0457
115			1,2528	0,6257	0,4169	0,3102	0,2451	0,2013	0,1699	0,1462	0,1278	0,1131	0,1011	0,0911	0,0827	0,0755	0,0693
120			3,0445	0,9680	0,6061	0,4394	0,3423	0,2786	0,2336	0,2002	0,1744	0,1539	0,1372	0,1234	0,1118	0,1020	0,0935
125				1,4925	0,8398	0,5878	0,4499	0,3623	0,3017	0,2572	0,2231	0,1963	0,1747	0,1568	0,1419	0,1292	0,1183
130				2,6626	1,1451	0,7621	0,5705	0,4537	0,3747	0,3176	0,2744	0,2407	0,2136	0,1914	0,1728	0,1572	0,1438
135					1,5870	0,9734	0,7077	0,5543	0,4535	0,3819	0,3285	0,2871	0,2541	0,2271	0,2048	0,1860	0,1699
140					2,3979	1,2417	0,8668	0,6662	0,5390	0,4507	0,3857	0,3358	0,2963	0,2643	0,2378	0,2156	0,1967
145						1,6094	1,0561	0,7921	0,6325	0,5245	0,4463	0,3869	0,3403	0,3028	0,2719	0,2461	0,2243
150						2,1972	1,2897	0,9362	0,7357	0,6042	0,5108	0,4408	0,3864	0,3429	0,3073	0,2776	0,2526
155						3,8067	1,5950	1,1047	0,8508	0,6909	0,5798	0,4978	0,4347	0,3846	0,3439	0,3102	0,2817
160							2,0369	1,3074	0,9808	0,7857	0,6539	0,5583	0,4855	0,4282	0,3819	0,3438	0,3118
165							2,8478	1,5620	1,1304	0,8905	0,7340	0,6226	0,5390	0,4738	0,4215	0,3786	0,3427
170								1,9042	1,3063	1,0076	0,8210	0,6914	0,5955	0,5215	0,4626	0,4146	0,3747
175								2,4288	1,5198	1,1403	0,9163	0,7652	0,6554	0,5717	0,5055	0,4520	0,4077
180								3,5988	1,7918	1,2933	1,0217	0,8449	0,7191	0,6244	0,5504	0,4908	0,4418
185									2,1665	1,4739	1,1394	0,9316	0,7872	0,6802	0,5974	0,5312	0,4772
190									2,7726	1,6946	1,2730	1,0264	0,8602	0,7392	0,6466	0,5733	0,5138
195									4,5643	1,9782	1,4271	1,1312	0,9390	0,8019	0,6985	0,6173	0,5518
200										2,3755	1,6094	1,2483	1,0245	0,8688	0,7531	0,6633	0,5914

I/lb Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
105	0,0209	0,0193	0,0180	0,0168	0,0131	0,0106	0,0087	0,0073	0,0063	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025
110	0,0422	0,0391	0,0363	0,0339	0,0264	0,0212	0,0175	0,0147	0,0126	0,0109	0,0095	0,0084	0,0075	0,0067	0,0060	0,0055	0,0050
115	0,0639	0,0592	0,0550	0,0513	0,0398	0,0320	0,0264	0,0222	0,0189	0,0164	0,0143	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0082	0,0075
120	0,0862	0,0797	0,0740	0,0690	0,0535	0,0429	0,0353	0,0297	0,0253	0,0219	0,0191	0,0169	0,0150	0,0134	0,0121	0,0110	0,0100
125	0,1089	0,1007	0,0934	0,0870	0,0673	0,0540	0,0444	0,0372	0,0317	0,0274	0,0240	0,0211	0,0188	0,0168	0,0151	0,0137	0,0125
130	0,1322	0,1221	0,1132	0,1054	0,0813	0,0651	0,0535	0,0449	0,0382	0,0330	0,0288	0,0254	0,0226	0,0202	0,0182	0,0165	0,0150
135	0,1560	0,1440	0,1334	0,1241	0,0956	0,0764	0,0627	0,0525	0,0447	0,0386	0,0337	0,0297	0,0264	0,0236	0,0213	0,0192	0,0175
140	0,1805	0,1664	0,1540	0,1431	0,1100	0,0878	0,0720	0,0603	0,0513	0,0443	0,0386	0,0340	0,0302	0,0270	0,0243	0,0220	0,0200
145	0,2055	0,1892	0,1750	0,1625	0,1246	0,0993	0,0813	0,0681	0,0579	0,0499	0,0435	0,0384	0,0341	0,0305	0,0274	0,0248	0,0226
150	0,2312	0,2127	0,1965	0,1823	0,1395	0,1110	0,0908	0,0759	0,0645	0,0556	0,0485	0,0427	0,0379	0,0339	0,0305	0,0276	0,0251
155	0,2575	0,2366	0,2185	0,2025	0,1546	0,1228	0,1004	0,0838	0,0712	0,0614	0,0535	0,0471	0,0418	0,0374	0,0336	0,0304	0,0277
160	0,2846	0,2612	0,2409	0,2231	0,1699	0,1347	0,1100	0,0918	0,0780	0,0671	0,0585	0,0515	0,0457	0,0408	0,0367	0,0332	0,0302
165	0,3124	0,2864	0,2639	0,2442	0,1855	0,1468	0,1197	0,0999	0,0847	0,0729	0,0635	0,0559	0,0496	0,0443	0,0398	0,0360	0,0328
170	0,3410	0,3122	0,2874	0,2657	0,2012	0,1591	0,1296	0,1080	0,0916	0,0788	0,0686	0,0603	0,0535	0,0478	0,0430	0,0389	0,0353
175	0,3705	0,3388	0,3115	0,2877	0,2173	0,1715	0,1395	0,1161	0,0984	0,0847	0,0737	0,0648	0,0574	0,0513	0,0461	0,0417	0,0379
180	0,4008	0,3660	0,3361	0,3102	0,2336	0,1840	0,1495	0,1244	0,1054	0,0906	0,0788	0,0692	0,0614	0,0548	0,0493	0,0446	0,0405
185	0,4321	0,3940	0,3614	0,3331	0,2502	0,1967	0,1597	0,1327	0,1123	0,0965	0,0839	0,0737	0,0653	0,0583	0,0524	0,0474	0,0431
190	0,4644	0,4229	0,3873	0,3567	0,2671	0,2096	0,1699	0,1411	0,1193	0,1025	0,0891	0,0782	0,0693	0,0619	0,0556	0,0503	0,0457
195	0,4978	0,4525	0,4140	0,3808	0,2842	0,2226	0,1802	0,1495	0,1264	0,1085	0,0943	0,0828	0,0733	0,0654	0,0588	0,0531	0,0483
200	0,5324	0,4831	0,4413	0,4055	0,3017	0,2358	0,1907	0,1581	0,1335	0,1145	0,0995	0,0873	0,0773	0,0690	0,0620	0,0560	0,0509

Courbes à chaud

I/Ib **Es (%)**	**4,80**	**5,00**	**5,50**	**6,00**	**6,50**	**7,00**	**7,50**	**8,00**	**8,50**	**9,00**	**9,50**	**10,00**	**12,50**	**15,00**	**17,50**	**20,00**
105	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001
110	0,0045	0,0042	0,0034	0,0029	0,0024	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0011	0,0010	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003
115	0,0068	0,0063	0,0051	0,0043	0,0036	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004
120	0,0091	0,0084	0,0069	0,0057	0,0049	0,0042	0,0036	0,0032	0,0028	0,0025	0,0022	0,0020	0,0013	0,0009	0,0007	0,0005
125	0,0114	0,0105	0,0086	0,0072	0,0061	0,0052	0,0045	0,0040	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
130	0,0137	0,0126	0,0103	0,0086	0,0073	0,0063	0,0054	0,0048	0,0042	0,0038	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
135	0,0160	0,0147	0,0120	0,0101	0,0085	0,0073	0,0064	0,0056	0,0049	0,0044	0,0039	0,0035	0,0023	0,0016	0,0011	0,0009
140	0,0183	0,0168	0,0138	0,0115	0,0097	0,0084	0,0073	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0026	0,0018	0,0013	0,0010
145	0,0206	0,0189	0,0155	0,0129	0,0110	0,0094	0,0082	0,0072	0,0063	0,0056	0,0051	0,0046	0,0029	0,0020	0,0015	0,0011
150	0,0229	0,0211	0,0172	0,0144	0,0122	0,0105	0,0091	0,0080	0,0070	0,0063	0,0056	0,0051	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
155	0,0253	0,0232	0,0190	0,0158	0,0134	0,0115	0,0100	0,0088	0,0077	0,0069	0,0062	0,0056	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
160	0,0276	0,0253	0,0207	0,0173	0,0147	0,0126	0,0109	0,0096	0,0085	0,0075	0,0067	0,0061	0,0039	0,0027	0,0020	0,0015
165	0,0299	0,0275	0,0225	0,0187	0,0159	0,0136	0,0118	0,0104	0,0092	0,0082	0,0073	0,0066	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
170	0,0323	0,0296	0,0242	0,0202	0,0171	0,0147	0,0128	0,0112	0,0099	0,0088	0,0079	0,0071	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
175	0,0346	0,0317	0,0260	0,0217	0,0183	0,0157	0,0137	0,0120	0,0106	0,0094	0,0084	0,0076	0,0048	0,0034	0,0025	0,0019
180	0,0370	0,0339	0,0277	0,0231	0,0196	0,0168	0,0146	0,0128	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
185	0,0393	0,0361	0,0295	0,0246	0,0208	0,0179	0,0155	0,0136	0,0120	0,0107	0,0096	0,0086	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
190	0,0417	0,0382	0,0313	0,0261	0,0221	0,0189	0,0164	0,0144	0,0127	0,0113	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
195	0,0441	0,0404	0,0330	0,0275	0,0233	0,0200	0,0173	0,0152	0,0134	0,0119	0,0107	0,0096	0,0061	0,0043	0,0031	0,0024
200	0,0464	0,0426	0,0348	0,0290	0,0245	0,0211	0,0183	0,0160	0,0141	0,0126	0,0113	0,0102	0,0065	0,0045	0,0033	0,0025

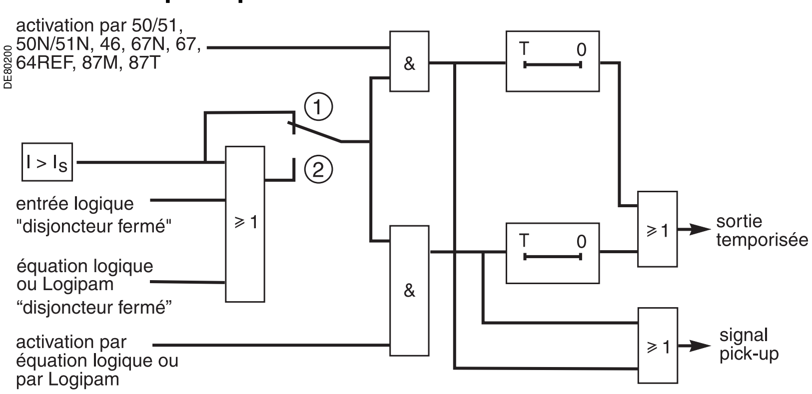
Défaillance disjoncteur
Code ANSI 50BF

Protection de secours en cas de non-ouverture du disjoncteur.

Fonctionnement

Protection de secours délivrant un ordre de déclenchement aux disjoncteurs amonts ou adjacents en cas de non-ouverture du disjoncteur après un ordre de déclenchement, détectée par la non-extinction du courant de défaut.
La fonction "protection contre les défauts disjoncteurs" est activée par un ordre de déclenchement de la sortie O1 issu des protections à maximum de courant qui font déclencher le disjoncteur (50/51, 50N/51N, 46, 67N, 67, 64REF, 87M, 87T). Elle vérifie la disparition du courant dans l'intervalle de temps spécifié par la temporisation T. Elle peut également prendre en compte la position du disjoncteur lue sur les entrées logiques pour déterminer l'ouverture effective du disjoncteur. Le câblage d'un contact position fermé du disjoncteur libre de tout potentiel sur l'entrée de l'éditeur d'équation ou Logipam "disjoncteur fermé" permet d'assurer le bon fonctionnement de la protection dans les cas suivants :
■ Lors de l'activation de la 50BF par la protection 50N/51N (seuil Is0 < 0,2 In), la détection seuil de courant de la 50BF peut ne pas être opérationnelle.
■ Lors de l'utilisation de la surveillance du circuit de déclenchement (TCS), le contact disjoncteur fermé est court-circuité. Ainsi l'entrée logique I101 n'est plus fonctionnelle.
L'activation automatique de cette protection nécessite l'utilisation de la fonction commande disjoncteur de la logique de commande. Une entrée spécifique peut également être utilisée pour activer cette protection par équation logique ou par Logipam. Cette dernière possibilité est utile pour ajouter des cas particuliers d'activation (déclenchement depuis une protection externe par exemple).
La sortie temporisée de la protection doit être affectée à une sortie logique au moyen de la matrice de commande.
Le lancement et l'arrêt du compteur de temporisation T sont conditionnés par la présence d'un courant au-dessus du seuil de réglage (I > Is).

Schéma de principe



Défaillance disjoncteur
Code ANSI 50BF

Caractéristiques

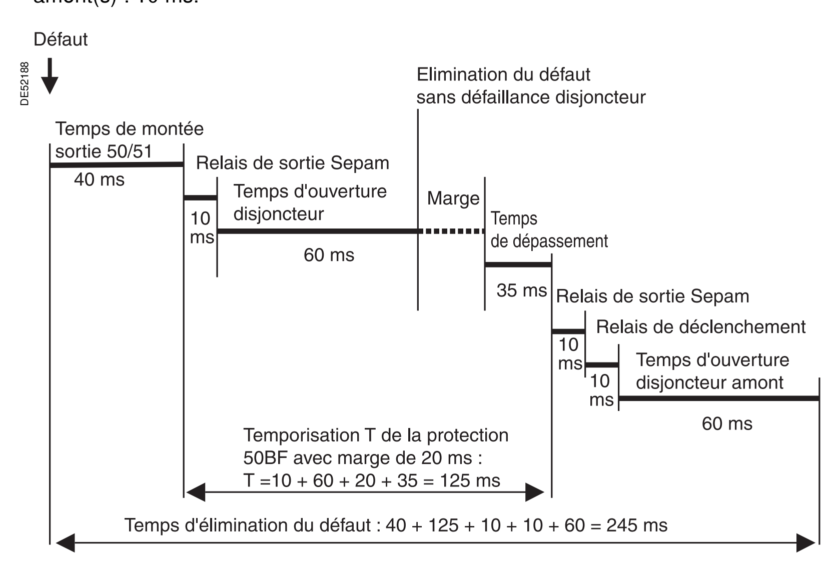
Réglages				
Seuil Is				
Plage de réglage	0,2 In à 2 In			
Précision (1)	±5 %			
Résolution	0,1 A			
Pourcentage de dégagement	87,5 % ±2 %			
Temporisation T				
Plage de réglage	50 ms à 3 s			
Précision (1)	±2 % ou -10 ms à +15 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Prise en compte de la position disjoncteur				
Plage de réglage	Avec / sans			
Temps caractéristiques				
Temps de dépassement	< 35 ms à 2 Is			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P50BF_1_101	■	■	
Start 50BF	P50BF_1_107	■	■	
Inhibition de la protection	P50BF_1_113	■	■	
Disjoncteur fermé	P50BF_1_119	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P50BF_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P50BF_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P50BF_1_16	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Exemple de réglage

Ci-dessous un cas de figure permettant de déterminer le réglage temporisation de la fonction défaillance disjoncteur :

- réglage protection maximum de courant : T = inst
- temps de fonctionnement du disjoncteur : 60 ms
- temps de fonctionnement du relais auxiliaire pour ouvrir le(s) disjoncteur(s) amont(s) : 10 ms.



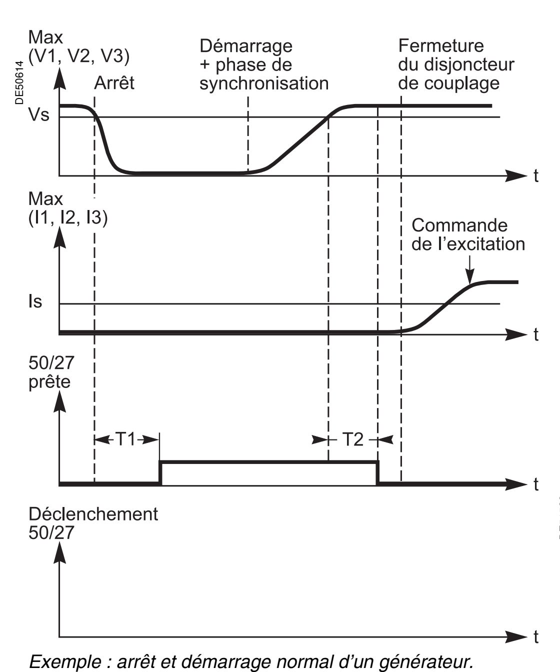
La temporisation de la fonction défaillance disjoncteur est la somme des temps suivants :

- temps de montée du relais de sortie O1 du Sepam = 10 ms
- temps d'ouverture du disjoncteur = 60 ms
- temps de dépassement de la fonction défaillance disjoncteur = 35 ms.

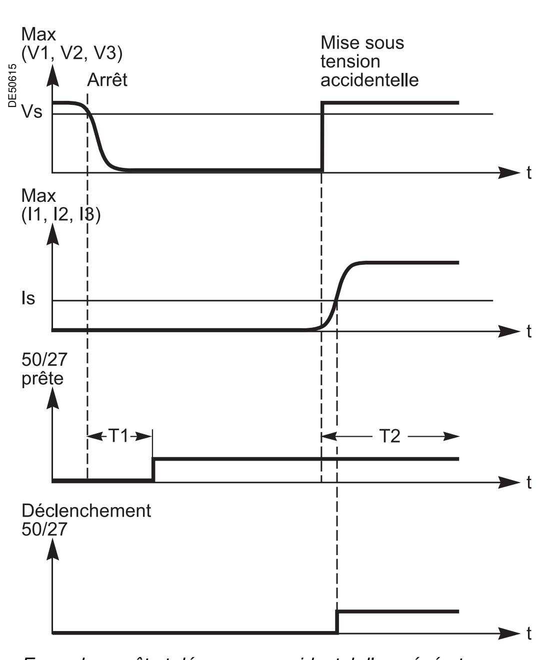
Pour éviter un déclenchement intempestif des disjoncteurs amont il faut choisir une marge d'environ 20 ms.
La temporisation est de 125 ms minimum, réglée à 130 ms.

Mise sous tension accidentelle
Code ANSI 50/27

Protection contre la mise sous tension accidentelle d'un générateur à l'arrêt.



Exemple : arrêt et démarrage normal d'un générateur.



Exemple : arrêt et démarrage accidentel d'un générateur.

Fonctionnement

Protection contrôlant la séquence de démarrage d'un générateur pour détecter sa mise sous tension accidentelle alors qu'il est à l'arrêt.
Un générateur à l'arrêt se comporte comme un moteur s'il est mis accidentellement sous tension. Un courant de démarrage apparaît produisant un échauffement important, préjudiciable pour les enroulements de la machine.

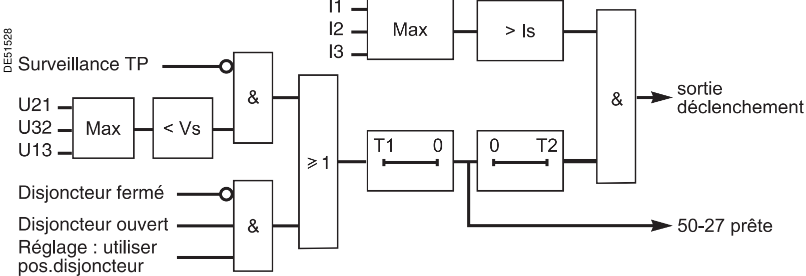
Le contrôle de la séquence de démarrage est fait par une protection à maximum de courant instantané confirmée par une protection à minimum de tension. La protection à minimum de tension est affectée :

- d'un retard à la montée T1 pour insensibiliser la protection aux creux de tension
- d'un maintien d'une durée T2 pendant lequel est détectée l'apparition d'un courant de démarrage du générateur dû à une mise sous tension accidentelle.

La prise en compte de la position disjoncteur permet de contrôler la qualité de la synchronisation. Si au moment du couplage de la machine, les différences de tension et de fréquence sont trop importantes, à la fermeture il apparaît immédiatement un courant que détecte la fonction.

Lorsque la surveillance TP a détecté un problème de mesure des voies tensions, la partie concernant les tensions est inhibée.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Seuil de courant				
Plage de réglage	0,5 à 4 In			
Précision (1)	±5 % ou 0,02 In			
Résolution	1 A			
Pourcentage de dégagement	95,5 % ou 0,015 In			
Seuil de tension				
Plage de réglage	10 % à 100 % de Un			
Précision (1)	±2 % ou 0,005 Unp			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	103 %			
Réglages avancés				
Utilisation de la position disjoncteur				
Plage de réglage	Utilisée / non utilisée			
Temporisation T1				
Plage de réglage	0 à 10 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temporisation T2				
Plage de réglage	0 à 10 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	< 40 ms à 2 Is (typique 30 ms)			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P50/27_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P50/27_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie déclenchement	P50/27_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P50/27_1_16	■	■	
Protection prête	P50/27_1_35	■	■	

***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Mise sous tension accidentelle
Code ANSI 50/27

Exemple de réglage

Données du générateur synchrone

- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233 %
- X'd = 21 %
- X''d = 15 %
- le générateur est connecté à un réseau de Pcc = 10 MVA
- la durée maximum d'un creux de tension toléré est de 2,5 s.

Afin de régler la protection, il est nécessaire de calculer l'impédance de référence du générateur :

- $Ib = S/(\sqrt{3}.Un1) = 289$ A
- $Zn = Un1/(\sqrt{3}.Ib) = 12{,}59\ \Omega$.

L'impédance du réseau est :
$Zpcc = (Un1)^2/Pcc = 3{,}97\ \Omega$.

Le courant de démarrage Istart est de l'ordre de :

$$\mathbf{Istart} = \frac{\mathbf{Un1}}{\sqrt{3}\left(\mathbf{Zpcc} + \frac{\mathbf{X''d}}{\mathbf{100}} \times \mathbf{Zn}\right)} = \mathbf{621\ A}\ .$$

Le courant de seuil est réglé entre 20 % et 50 % du courant de démarrage.

$\mathbf{Is = 0{,}5 \times Istart \approx 311\ A}$.

Le seuil de tension est typiquement réglé entre 80 % et 85 % de Un.
Dans cet exemple, le seuil choisi est Us = 85 %.

La temporisation T1 est réglée plus grande que la durée maximum d'un creux de tension, par exemple T1 = 4 s.

T2 est réglé de manière à détecter l'apparition d'un courant lors du démarrage.
On prendra par exemple T2 = 250 ms.

Maximum de courant phase
Code ANSI 50/51

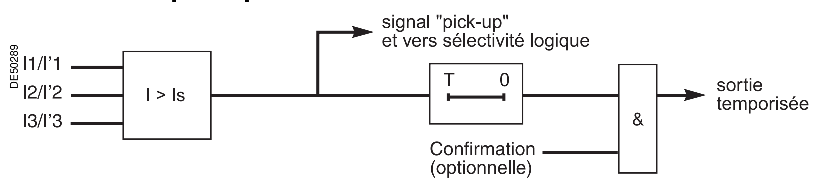
Protection contre les surintensités ou les surcharges.

Fonctionnement

Protection contre les surintensités ou les surcharges :
- elle est triphasée et temporisée à temps indépendant ou dépendant
- chacun des 8 exemplaires dispose de 2 jeux de réglages. Le basculement sur le jeu de réglage A ou B peut être réalisé par une entrée logique ou une télécommande suivant paramétrage
- pour une meilleure détection des défauts lointains, la protection peut être confirmée par :
  - l'exemplaire 1 de la protection à minimum de tension, ou
  - l'exemplaire 1 de la protection à maximum de tension inverse
- la courbe personnalisée, définie point par point, peut être utilisée avec cette protection
- un temps de maintien réglable, à temps dépendant ou indépendant, permet la coordination avec des relais électromécaniques et la détection des défauts réamorçants.

Courbe de déclenchement	Temps de maintien
Temps indépendant (DT)	A temps indépendant
Temps inverse (SIT)	A temps indépendant
Temps très inverse (VIT ou LTI)	A temps indépendant
Temps extrêmement inverse (EIT)	A temps indépendant
Temps ultra inverse (UIT)	A temps indépendant
Courbe RI	A temps indépendant
CEI temps inverse SIT / A	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	A temps dépendant ou indépendant
IEEE moderately inverse (CEI / D)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE very inverse (CEI / E)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE extremely inverse (CEI / F)	A temps dépendant ou indépendant
IAC inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC very inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC extremely inverse	A temps dépendant ou indépendant
Personnalisée	A temps indépendant

Schéma de principe



Maximum de courant phase
Code ANSI 50/51

Caractéristiques

Réglages		
Origine de la mesure		
Plage de réglage	Voies principales (I) / Voies supplémentaires (I')	
Courbe de déclenchement		
Plage de réglage	Voir page précédente	
Seuil Is		
Plage de réglage	A temps indépendant	0,05 In ⩽ Is ⩽ 24 In exprimé en ampères
	A temps dépendant	0,05 In ⩽ Is ⩽ 2,4 In exprimé en ampères
Précision (1)	±5 % ou ±0,01 In	
Résolution	1 A ou 1 digit	
Pourcentage de dégagement	93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,015 In/Is) x 100 %	
Temporisation T (temps de fonctionnement à 10 Is)		
Plage de réglage	A temps indépendant	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	A temps dépendant	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s ou TMS (2)
Précision (1)	A temps indépendant	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
	A temps dépendant	Classe 5 ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Réglages avancés		
Confirmation		
Plage de réglage	Par minimum de tension (exemplaire 1) Par maximum de tension inverse (exemplaire 1) Sans, pas de confirmation	
Temps de maintien T1		
Plage de réglage	A temps indépendant	0 ; 0,05 à 300 s
	A temps dépendant (3)	0,5 à 20 s
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms à 2 Is (typique 25 ms) Instantané confirmé : ■ inst < 55 ms à 2 Is pour Is ⩾ 0,3 In (typique 35 ms) ■ inst < 70 ms à 2 Is pour Is < 0,3 In (typique 50 ms)	
Temps de dépassement	< 50 ms à 2 Is	
Temps de retour	< 50 ms à 2 Is (pour T1 = 0)	

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P50/51_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P50/51_x_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie instantanée (Pick-up)	P50/51_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P50/51_x_3	■	■	■
Drop out	P50/51_x_4	■	■	
Défaut phase 1	P50/51_x_7	■	■	
Défaut phase 2	P50/51_x_8	■	■	
Défaut phase 3	P50/51_x_9	■	■	
Protection inhibée	P50/51_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting)*
- *inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,04 à 4,20*
- *très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,07 à 8,33*
- *très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,01 à 0,93*
- *Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,13 à 15,47*
- *IEEE moderately inverse : 0,42 à 51,86*
- *IEEE very inverse : 0,73 à 90,57*
- *IEEE extremely inverse : 1,24 à 154,32*
- *IAC inverse : 0,34 à 42,08*
- *IAC very inverse : 0,61 à 75,75*
- *IAC extremely inverse : 1,08 à 134,4.*

***(3)** Uniquement pour les courbes de déclenchement normalisées de type CEI, IEEE et IAC.*

Maximum de courant terre
Code ANSI 50N/51N ou 50G/51G

Protection contre les défauts à la terre.

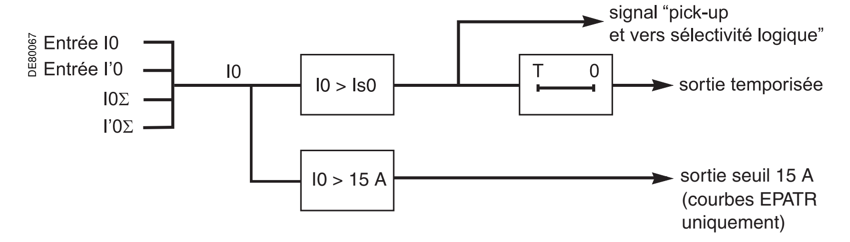
Fonctionnement

Protection contre les défauts à la terre par la mesure du courant neutre, homopolaire ou terre (protection masse cuve) :

- elle est temporisée à temps indépendant ou dépendant
- chacun des 8 exemplaires dispose de 2 jeux de réglages. Le basculement sur le jeu de réglage A ou B peut être réalisé par une entrée logique ou une télécommande suivant paramétrage
- elle intègre une retenue à l'harmonique 2 paramétrable qui permet une plus grande stabilité lors de l'enclenchement des transformateurs
- la fonction de protection intègre une retenue à l'harmonique 2 qui permet une plus grande stabilité vis à vis de la saturation des TC phases lors de l'enclenchement des transformateurs. Quand la mesure du courant résiduel est faite par somme des trois TC phases ou par un CT intermédiaire placé dans le point commun des trois TC phases, la retenue à l'harmonique 2 doit être active avec :
  - Iso > 10 % de In TC, si la protection est à temps indépendant (DT),
  - Iso > 5 % de In TC, si la protection est à temps dépendant (IDMT).
- la courbe personnalisée, définie point par point, peut être utilisée avec cette protection.
- un temps de maintien réglable, à temps dépendant ou indépendant, permet la coordination avec des relais électromécaniques et la détection des défauts réamorçants.
- chaque exemplaire peut être réglé indépendamment sur une des deux voies de mesure I0 ou I'0 ou sur la somme des courant phases des voies principales ou supplémentaires. En mixant les possibilités sur les différents exemplaires, cela permet :
  - d'avoir des seuils de dynamiques différentes,
  - d'avoir des utilisations différentes, protection homopolaire et masse cuve par exemple.

Courbe de déclenchement	Courbe de maintien
Temps indépendant (DT)	A temps indépendant
Temps inverse (SIT)	A temps indépendant
Temps très inverse (VIT ou LTI)	A temps indépendant
Temps extrêmement inverse (EIT)	A temps indépendant
Temps ultra inverse (UIT)	A temps indépendant
Courbe RI	A temps indépendant
CEI temps inverse SIT / A	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	A temps dépendant ou indépendant
IEEE moderately inverse (CEI / D)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE very inverse (CEI / E)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE extremely inverse (CEI / F)	A temps dépendant ou indépendant
IAC inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC very inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC extremely inverse	A temps dépendant ou indépendant
EPATR-B	A temps indépendant
EPATR-C	A temps indépendant
Personnalisée	A temps indépendant

Schéma de principe



3

Maximum de courant terre
Code ANSI 50N/51N ou 50G/51G

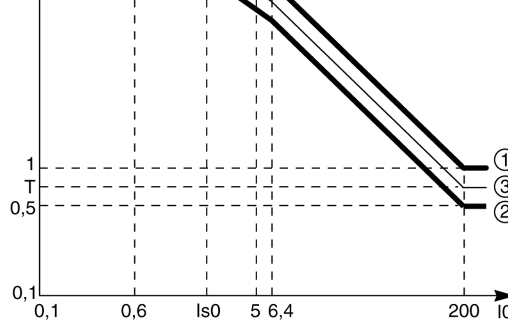
Caractéristiques

Réglages		
Origine de la mesure		
Plage de réglage	I0 I'0 I0Σ (somme des voies phases principales) I'0Σ (somme des voies phases supplémentaires)	
Courbe de déclenchement		
Plage de réglage	Voir page précédente	
Seuil Is0		
Plage de réglage à temps indépendant	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mini 0,1 A) exprimé en ampères	
	Somme des TC	0,01 In ⩽ Is0 ⩽ 15 In (mini 0,1 A)
	Avec capteur CSH Calibre 2 A Calibre 20 A	 0,1 à 30 A 0,2 à 300 A
	TC	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mini 0,1 A)
	Tore homopolaire avec ACE990	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mini 0,1 A)
Plage de réglage à temps dépendant	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mini 0,1 A) exprimé en ampères	
	Somme des TC	0,01 In ⩽ Is0 ⩽ In (mini 0,1 A)
	Avec capteur CSH Calibre 2 A Calibre 20 A	 0,1 à 2 A 0,2 à 20 A
	TC	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mini 0,1 A)
	Tore homopolaire avec ACE990	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mini 0,1 A)
Plage de réglage EPATR	Capteur CSH Calibre 20 A	0,6 à 5 A
	Tore homopolaire avec ACE990 et 15 A ⩽ In0 ⩽ 50 A	0,6 à 5 A
Précision (1)	±5 % ou ±0,004 In0	
Résolution	0,1 A ou 1 digit	
Pourcentage de dégagement	93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,005 In0/Is0) x 100 %	
Temporisation T (temps de fonctionnement à 10 Is0)		
Plage de réglage	A temps indépendant	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	A temps dépendant	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s ou TMS (2)
	EPATR-B	0,5 à 1 s
	EPATR-C	0,1 à 3 s
Précision (1)	A temps indépendant	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
	A temps dépendant	Classe 5 ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Temps de dépassement	< 40 ms à 2 Is0	
Temps de retour	< 50 ms à 2 Is0 (pour T1 = 0)	
Réglages avancés		
Retenue harmonique 2		
Seuil fixe	17 % ±3 %	
Temps de maintien T1		
Plage de réglage	A temps indépendant	0 ; 0,05 à 300 s
	A temps dépendant (3)	0,5 à 20 s
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms à 2 Is0 (typique 25 ms) Instantané confirmé : ■ inst < 55 ms à 2 Is0 pour Is ⩾ 0,3 In0 (typique 35 ms) ■ inst < 70 ms à 2 Is0 pour Is < 0,3 In0 (typique 50 ms)	
Temps de dépassement	< 40 ms à 2 Is0	
Temps de retour	< 50 ms à 2 Is0 (pour T1 = 0)	
Entrées		
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**
Reset de la protection	P50N/51N_x_101	■
Inhibition de la protection	P50N/51N_x_113	■
Sorties		
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**
Sortie instantanée (Pick-up)	P50N/51N_x_1	■
Sortie temporisée	P50N/51N_x_3	■
Drop out	P50N/51N_x_4	■
Protection inhibée	P50N/51N_x_16	■
Sortie seuil 15 A	P50N/51N_x_56	■

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting)*
- *inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,04 à 4,20*
- *très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,07 à 8,33*
- *très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,01 à 0,93*
- *Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,13 à 15,47*
- *IEEE moderately inverse : 0,42 à 51,86*
- *IEEE very inverse : 0,73 à 90,57*
- *IEEE extremely inverse : 1,24 à 154,32*
- *IAC inverse : 0,34 à 42,08*
- *IAC very inverse : 0,61 à 75,75*
- *IAC extremely inverse : 1,08 à 134,4.*

***(3)** Uniquement pour les courbes de déclenchement normalisées de type CEI, IEEE et IAC.*

Maximum de courant terre
Code ANSI 50N/51N ou 50G/51G



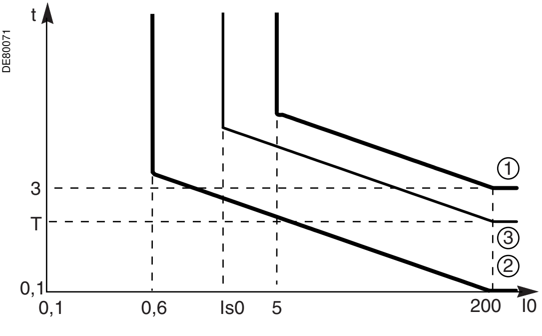
Courbe normalisée EPATR-B (échelles logarithmiques)

1. *Courbe Is0 = 5 A et T = 1 s*
2. *Courbe Is0 = 0,6 A et T = 0,5 s*
3. *Courbe Is0 et T*

Courbes EPATR-B

Les courbes de déclenchement EPATR-B sont définies à partir des équations suivantes :

- pour Is0 ⩽ I0 ⩽ 6,4 A $\quad \mathbf{t = \frac{85,386}{I0^{0,708}} \times \frac{T}{0,8}}$
- pour 6,4 A ⩽ I0 ⩽ 200 A $\quad \mathbf{t = \frac{140,213}{I0^{0,975}} \times \frac{T}{0,8}}$
- pour I0 > 200 A $\quad \mathbf{t = T}$



Courbe normalisée EPATR-C (échelles logarithmiques)

1. *Courbe Is0 = 5 A et T = 3 s*
2. *Courbe Is0 = 0,6 A et T = 0,1 s*
3. *Courbe Is0 et T*

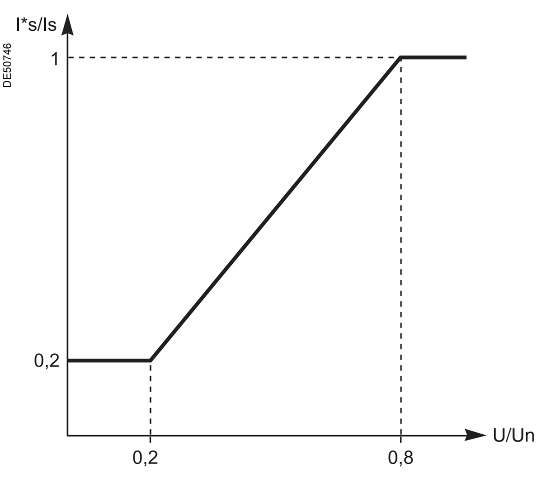
Courbes EPATR-C

Les courbes de déclenchement EPATR-C sont définies à partir des équations suivantes :

- pour Is0 ⩽ I0 ⩽ 200 A $\quad \mathbf{t = \frac{72}{I0^{2/3}} \times \frac{T}{2,10}}$
- pour I0 > 200 A $\quad \mathbf{t = T}$

Maximum de courant phase à retenue de tension
Code ANSI 50V/51V

Protection des générateurs contre les courts-circuits proches.



Correction de seuil.

Fonctionnement

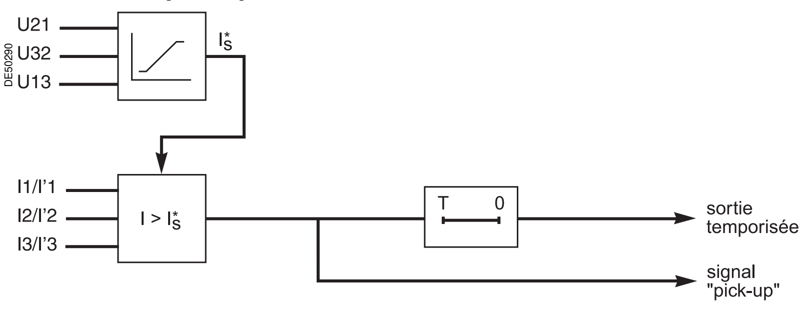
La protection à maximum de courant phase à retenue de tension est utilisée pour la protection des générateurs. Le seuil de fonctionnement est corrigé par la tension pour prendre en compte le cas d'un défaut proche du générateur qui entraîne une chute de la tension et du courant de court-circuit :

- elle est triphasée et temporisée à temps indépendant ou dépendant
- la courbe personnalisée, définie point par point, peut être utilisée avec cette protection
- un temps de maintien réglable, à temps dépendant ou indépendant, permet la coordination avec des relais électromécaniques et la détection des défauts réamorçants
- la correction de seuil est faite en fonction de la plus faible des tensions composées mesurées. Le seuil corrigé I_s^* est défini par l'équation suivante :

$$I_s^* = \frac{Is}{3} \times \left(4\frac{U}{Un} - 0,2\right)$$

Courbe de déclenchement	Temps de maintien
Temps indépendant (DT)	A temps indépendant
Temps inverse (SIT)	A temps indépendant
Temps très inverse (VIT ou LTI)	A temps indépendant
Temps extrêmement inverse (EIT)	A temps indépendant
Temps ultra inverse (UIT)	A temps indépendant
Courbe RI	A temps indépendant
CEI temps inverse SIT / A	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	A temps dépendant ou indépendant
IEEE moderately inverse (CEI / D)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE very inverse (CEI / E)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE extremely inverse (CEI / F)	A temps dépendant ou indépendant
IAC inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC very inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC extremely inverse	A temps dépendant ou indépendant
Personnalisée	A temps indépendant

Schéma de principe



Maximum de courant phase à retenue de tension
Code ANSI 50V/51V

Caractéristiques

Réglages		
Origine de la mesure		
Plage de réglage	Voies principales (I) / Voies supplémentaires (I')	
Courbe de déclenchement		
Plage de réglage	Voir page précédente	
Seuil Is		
Plage de réglage	A temps indépendant	0,5 In ⩽ Is ⩽ 24 In exprimé en ampères
	A temps dépendant	0,5 In ⩽ Is ⩽ 2,4 In exprimé en ampères
Précision (1)	±5 %	
Résolution	1 A ou 1 digit	
Pourcentage de dégagement	93,5 % (avec écart de retour mini 0,015 In)	
Temporisation T (temps de fonctionnement à 10 Is)		
Plage de réglage	A temps indépendant	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	A temps dépendant	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s ou TMS (2)
Précision (1)	A temps indépendant	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
	A temps dépendant	Classe 5 ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Réglages avancés		
Temps de maintien T1		
Plage de réglage	A temps indépendant	0 ; 0,05 à 300 s
	A temps dépendant (3)	0,5 à 20 s
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement	Pick-up < 35 ms à 2 Is (typique 25 ms) Inst < 50 ms à 2 Is (instantané confirmé) (typique 35 ms)	
Temps de dépassement	< 50 ms	
Temps de retour	< 50 ms (pour T1 = 0)	

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P50V/51V_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P50V/51V_x_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P50V/51V_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P50V/51V_x_3	■	■	■
Drop out	P50V/51V_x_4	■	■	
Défaut phase 1	P50V/51V_x_7	■	■	
Défaut phase 2	P50V/51V_x_8	■	■	
Défaut phase 3	P50V/51V_x_9	■	■	
Protection inhibée	P50V/51V_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
(1) *Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
(2) *Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting)*
- *inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,04 à 4,20*
- *très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,07 à 8,33*
- *très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,01 à 0,93*
- *Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,13 à 15,47*
- *IEEE moderately inverse : 0,42 à 51,86*
- *IEEE very inverse : 0,73 à 90,57*
- *IEEE extremely inverse : 1,24 à 154,32*
- *IAC inverse : 0,34 à 42,08*
- *IAC very inverse : 0,61 à 75,75*
- *IAC extremely inverse : 1,08 à 134,4.*

(3) *Uniquement pour les courbes de déclenchement normalisées de type CEI, IEEE et IAC.*

Déséquilibre gradins de condensateurs
Code ANSI 51C

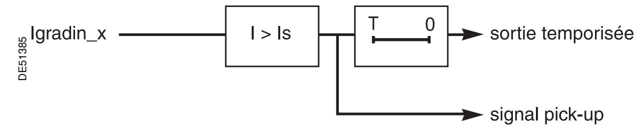
Détection des défauts internes aux gradins de condensateurs par mesure du courant de déséquilibre circulant entre les 2 points neutres d'un gradin de condensateurs montés en double étoile.

Fonctionnement

Cette fonction permet de détecter un courant de déséquilibre circulant entre les deux points neutres des batteries de condensateurs montées en double étoile.

La protection est activée si le courant de déséquilibre est supérieur au courant de seuil Is pendant le temps de déclenchement T.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Seuil Is				
Plage de réglage	0,02 I'n à 2 I'n avec une valeur minimum de 0,05 A			
Précision (1)	±5 %			
Résolution	0,01 A			
Pourcentage de dégagement	93,5 %			
Temporisation				
Plage de réglage	0,1 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 35 ms			
Temps de dépassement	< 35 ms			
Temps de retour	< 50 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P51C_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P51C_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée	P51C_x_1	■	■	
Sortie déclenchement	P51C_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P51C_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Maximum de tension (L-L ou L-N)
Code ANSI 59

Protection contre les surtensions en tension simple ou composée.

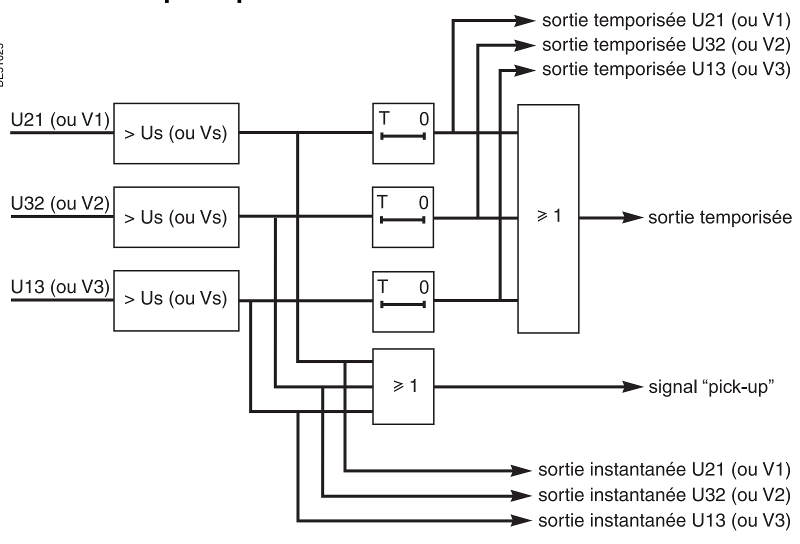
Fonctionnement

Protection contre les surtensions ou vérification de présence tension suffisante pour autoriser un transfert de sources :
■ elle est monophasée et fonctionne en tension simple ou composée
■ elle comporte une temporisation T à temps indépendant
■ lorsqu'elle fonctionne en tension simple, elle indique la phase en défaut dans l'alarme associée au défaut.
Le fonctionnement en tension simple ou composée dépend du raccordement choisi pour les entrées tension.

Conditions de raccordement					
Type de raccordement	V1, V2, V3 (1)	U21, U32 + V0	U21, U32	U21 (1)	V1 (1)
Fonctionnement en tension simple	OUI	OUI	NON	NON	Sur V1 uniquement
Fonctionnement en tension composée	OUI	OUI	OUI	Sur U21 uniquement	NON

(1) Avec ou sans V0.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages		
Origine de la mesure		
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')	
Mode d'obtention de la tension		
Plage de réglage	Tension composée / Tension simple	
Seuil Us (ou Vs)		
Plage de réglage	50 % à 150 % de Unp (ou Vnp) si Uns < 208 V	
	50 % à 135 % de Unp (ou Vnp) si Uns ≥ 208 V	
Précision (1)	±2 %	
Résolution	1 %	
Pourcentage de dégagement	97 % ±1%	
Seuil U's (ou V's) pour voies supplémentaires de l'application B83		
Plage de réglage	10 % à 150 % de U'np (ou V'np)	1,5 % à 9,9 % de U'np (ou V'np) (réglage minimum = 1,5 V)
Précision (1)	±2 %	±0,2 % ou ±0,2 V
Résolution	1 %	0,2 %
Pourcentage de dégagement	97 % ±1%	
Temporisation T		
Plage de réglage	50 ms à 300 s	
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms	
Résolution	10 ms ou 1 digit	
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement	Pick-up < 40 ms de 0,9 Us (Vs) à 1,1 Us (Vs) (25 ms typique)	
Temps de dépassement	< 40 ms de 0,9 Us (Vs) à 1,1 Us (Vs)	
Temps de retour	< 50 ms de 1,1 Us (Vs) à 0,9 Us (Vs)	

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P59_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P59_x_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P59_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P59_x_3	■	■	■
Défaut phase 1 (2)	P59_x_7	■	■	
Défaut phase 2 (2)	P59_x_8	■	■	
Défaut phase 3 (2)	P59_x_9	■	■	
Protection inhibée	P59_x_16	■	■	
Sortie instantanée V1 ou U21	P59_x_23	■	■	
Sortie instantanée V2 ou U32	P59_x_24	■	■	
Sortie instantanée V3 ou U13	P59_x_25	■	■	
Sortie temporisée V1 ou U21	P59_x_26	■	■	
Sortie temporisée V2 ou U32	P59_x_27	■	■	
Sortie temporisée V3 ou U13	P59_x_28	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Lorsque la protection est utilisée en tension simple.*

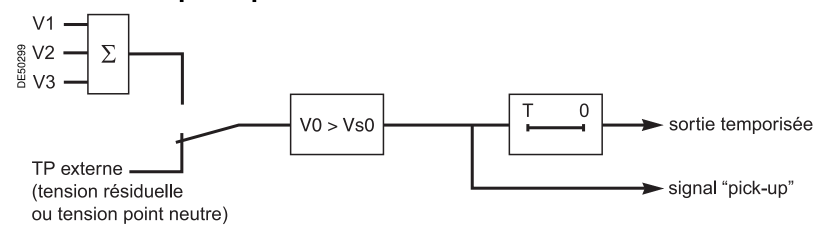
Maximum de tension résiduelle
Code ANSI 59N

Protection contre les défauts d'isolement.

Fonctionnement

Protection contre les défauts d'isolement par la mesure de la tension résiduelle V0 ou la tension point neutre Vnt dans le cas des générateurs et des moteurs.
La tension résiduelle est obtenue par somme vectorielle des tensions phases ou par mesure à l'aide de TP câblés en triangle.
La tension point neutre est mesurée par un TP inséré dans le point neutre du générateur ou du moteur.
Cette protection comporte une temporisation T à temps indépendant (DT) ou dépendant de la tension résiduelle V0 (voir l'équation de la courbe de déclenchement en page 181).
Elle ne fonctionne que lorsque une tension résiduelle ou point neutre est disponible : raccordement de V1V2V3, raccordement de V0 ou raccordement de Vnt.

Schéma de principe



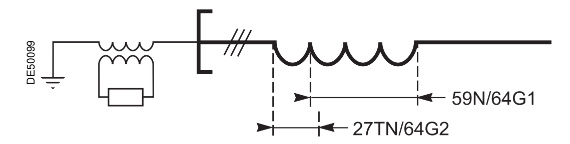
Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (V0) Voies supplémentaires (V'0) Tension point neutre (Vnt)			
Courbe de déclenchement				
Plage de réglage	Temps indépendant Temps dépendant de la tension V0			
Seuil Vs0				
Plage de réglage à temps indépendant	2 % Unp à 80 % Unp (si tension résiduelle V0) 2 % Vntp à 80 % Vntp (si tension point neutre Vnt)			
Plage de réglage à temps dépendant	2 % Unp à 10 % Unp (si tension résiduelle V0) 2 % Vntp à 10 % Vntp (si tension point neutre Vnt)			
Précision (1)	±2 % ou ±0,005 Unp			
Résolution	1 %			
Pourcentage de dégagement	97 % ±2 % ou > (1 - 0,006 Unp/Vs0) x 100 %			
Temporisation T (temps de déclenchement à 2 Vs0)				
Plage de réglage à temps indépendant	50 ms à 300 s			
Plage de réglage à temps dépendant	100 ms à 10 s			
Précision (1)	±5 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 45 ms à 2 Vs0 (25 ms typique)			
Temps de dépassement	< 40 ms à 2 Vs0			
Temps de retour	< 40 ms à 2 Vs0			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P59N_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P59N_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P59N_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P59N_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P59N_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

100 % masse stator
Code ANSI 64G

Protection contre les défauts internes des générateurs.



Fonctionnement

La protection 64G est constituée de 2 fonctions indépendantes :

■ la protection "64G1" qui correspond habituellement à une protection maximum de tension résiduelle à fréquence fondamentale (code ANSI 59N). Elle peut être réalisée par une protection à maximum de courant terre (code ANSI 51N) quand le courant de défaut à la terre est suffisant

■ la protection "64G2" qui correspond à une protection minimum de tension résiduelle harmonique 3 (appellation classique ANSI 27TN) dont le principe de fonctionnement dépend du type de raccordement des TP "bornes".

Lorsqu'un défaut monophasé se produit, la circulation du courant homopolaire provoque l'élévation du potentiel du point neutre, détectée par la protection 59N. Cependant, compte tenu du déséquilibre naturel des 3 phases du réseau, le seuil de sensibilité de la 59N ne peut pas être fixé en dessous de 10 % à 15 % de la tension simple.

Si le défaut monophasé se produit sur un enroulement statorique proche du point neutre, l'élévation du potentiel du point neutre peut ne pas être suffisante pour provoquer le déclenchement de la protection 59N.

L'association des fonctions 59N + 27TN permet de protéger 100 % de l'enroulement statorique. En fonction des réglages :

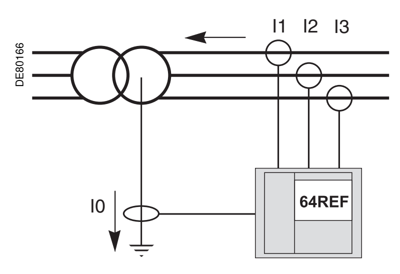
■ la protection 59N protège 85 à 95 % de l'enroulement statorique coté bornes et

■ la protection 27TN protège 10 à 20 % de l'enroulement statorique coté point neutre.

La réalisation d'une protection 100 % masse stator nécessite la mise en service d'une protection 64G1 (59N ou 51N) et d'une protection 64G2 (27TN), se reporter à la description de chacune de ces fonctions pour plus de détails.

Différentielle de terre restreinte
Code ANSI 64REF

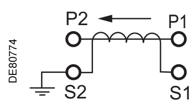
Protection des enroulements triphasés contre les défauts phase-terre.



Fonctionnement

La protection de terre restreinte permet de détecter les défauts entre une phase et la terre dans un enroulement triphasé avec un point neutre mis à la terre.
Cette protection est utilisée pour la protection des générateurs ou des transformateurs.
La zone protégée est comprise entre les 3 TC phase I1, I2, I3 (ou I'1, I'2, I'3) et la mesure du courant du point neutre I0 (ou I'0).

Le vecteur associé aux capteurs de courant détermine le sens conventionnel de raccordement.



DE80773

Id0 / In

$\frac{Id0}{Istab}$ = 120 %

3

Zone de déclenchement

2

1

0,8

Is0 max.

Zone de réglage du seuil Is0

0,05

Is0 min.

1 2 3 Istab / In

Principe

La fonction est activée si les 3 conditions suivantes sont réunies :

- $\mathbf{Id0} > \mathbf{Is0}$
- $\mathbf{Id0} > \mathbf{1{,}2} \times \mathbf{Istab}$
- $\Delta\mathbf{I0} > \mathbf{min}(\mathbf{Is0/4;I0min})$

Avec :

- Id0 : courant résiduel différentiel,
- Is0 : seuil de déclenchement réglable de la fonction de protection,
- Istab : courant de stabilisation,
- ΔI0 : variation du courant du point neutre,
- I0min : courant nominal de la mesure du point neutre :
  - I0min = 0,05 x In0 si In0 > 20 A,
  - I0min = 0,10 x In0 si In0 $\leq$ 20 A .

Courant résiduel différentiel Id0

$$\mathbf{Id0} = \left|\vec{\mathbf{I0}}\Sigma - \vec{\mathbf{I0}}\right|$$

Avec :

$\vec{\mathbf{I0}}$: courant du point neutre,

$\vec{\mathbf{I0}}\Sigma$: courant résiduel calculé par la somme des 3 courants de phase.

Courant de stabilisation Istab

$$\mathbf{Istab}(\mathbf{k}) = \mathbf{max}(\mathbf{It}(\mathbf{k}), \alpha \cdot \mathbf{Istab}(\mathbf{k}-\mathbf{1}))$$

Avec :

- k : instant présent,
- k-1 : instant antérieur du cycle de traitement de la protection 64REF,
- α : coefficient d'adaptation de la constante de temps de la mémoire temporelle, afin de couvrir les creux du courant traversant It, lors de la saturation des TC, sur défaut polyphasé externe,
- it : courant traversant (voir ci-dessous).

Courant traversant It

Le courant traversant It permet de discriminer et d'insensibiliser la protection vis-à-vis des défauts externes polyphasés.

$$\mathbf{It} = \mathbf{max}(\mathbf{IR0}, \beta \cdot \mathbf{IR1})$$

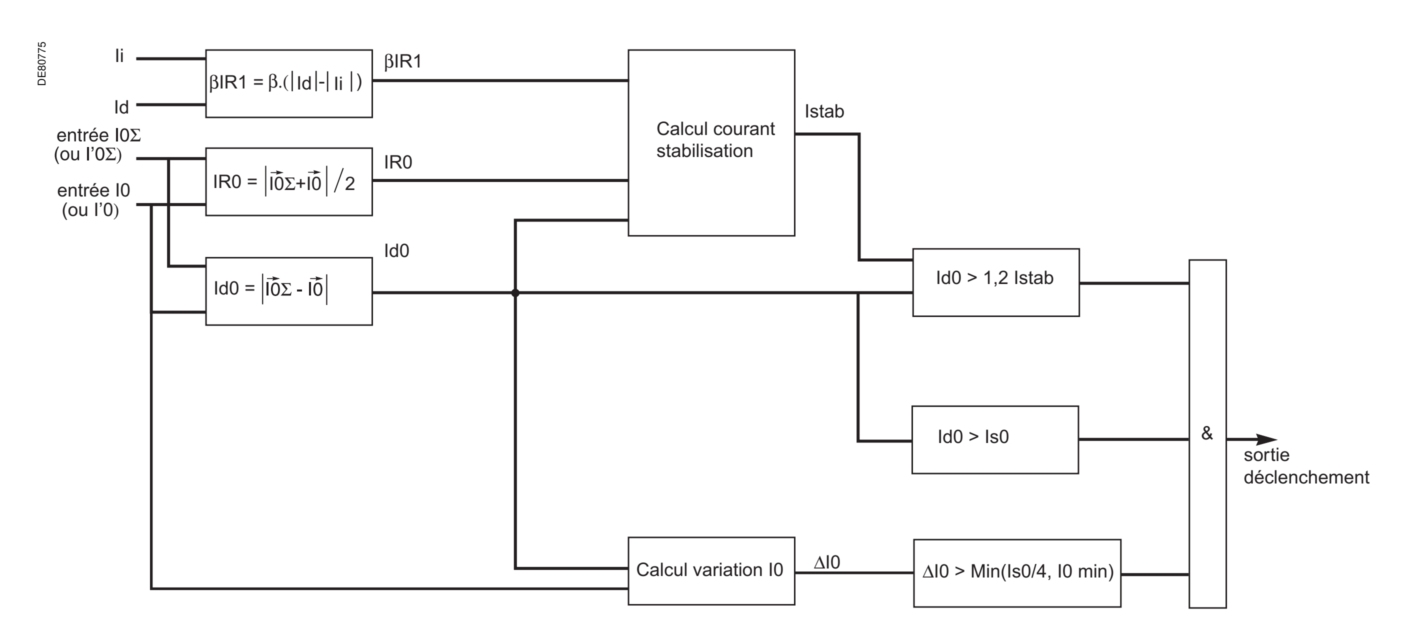
Avec :

- $\mathbf{IR0} = \left|\vec{\mathbf{I0}}\Sigma + \vec{\mathbf{I0}}\right| / \mathbf{2}$: composante résiduelle sensible aux défauts monophasés,
- $\mathbf{IR1} = |\mathbf{Id}| - |\mathbf{Ii}|$: composante sensible aux défauts polyphasés,
- β : coefficient qui dépend de la nature du défaut externe,
  - $\beta = \mathbf{max}(2, |\mathbf{Id}| / \mathbf{Ib})$ pour les défauts biphasés/terre ou triphasés/terre,
  - β = 0 pour les défauts monophasés.

Variation du courant du point neutre ΔI0

La variation du courant du point neutre est la différence en valeur absolue entre le courant du point neutre avant et après le défaut.

Schéma de principe



Protections complémentaires sur défauts polyphasés

Lors de défauts polyphasés avec la terre et internes à la zone protégée, la protection ANSI 64REF peut avoir un fonctionnement dégradé. Le tableau ci-dessous définit les protections complémentaires usuelles pour protéger l'installation dans le cas de défauts polyphasés avec la terre et internes à la zone protégée.

Application	Schéma réseau	Protections complémentaires
Protection d'une arrivée sur : ■ Réseau MT (1000 V < MT < 50 kV) avec neutre direct à la terre, résistif ou inductif ■ Réseau BT (< 1000 V) de type TN ou TT		■ ANSI 87T ou ■ ANSI 50/51 au primaire
Protection d'arrivées en parallèle sur : ■ Réseau HT de répartition ■ Réseau MT avec neutre direct à la terre, résistif ou inductif ■ Réseau BT de type TN ou TT		■ ANSI 87T ou ■ ANSI 67
Protection d'un départ sur réseau HT (> 50 kV) de répartition		■ ANSI 87T ou ■ ANSI 50/51N sur point neutre
Protection du générateur homopolaire sur réseau MT		■ ANSI 50/51 ou ■ ANSI 50N/51N
Protection d'un générateur dont le neutre est mis à la terre à travers une faible impédance	G	ANSI 50N/51N sur point neutre
Protection d'un groupe bloc dont le neutre est mis à la terre à travers une faible impédance	G	■ ANSI 87T ou ■ ANSI 50N/51N sur point neutre

Différentielle de terre restreinte
Code ANSI 64REF

Dimensionnement des capteurs de courant

■ Le courant primaire In0 du transformateur de courant du point neutre doit respecter la règle suivante :
In0 ⩾ 0,1 x I_{1P}, où **I_{1P}** est le courant de court-circuit à la terre.

■ Le transformateur de courant du point neutre doit être au choix :

□ de type 5P20 avec une puissance de précision $VA_{CT} \geqslant Rw.in0^2$

□ ou défini par une tension de coude $Vk \geqslant (R_{CT} + Rw).20.in0$.

■ Les transformateurs de courant sur les phases doivent être au choix :

□ de type 5P, avec un facteur limite de précision $FLP \geqslant \max\left(20 ; 1{,}6\frac{I_{3P}}{In} ; 2{,}4\frac{I_{1P}}{In}\right)$
et une puissance de précision $VA_{CT} \geqslant Rw.in^2$

□ ou définis par une tension de coude $Vk \geqslant (R_{CT} + Rw)\max\left(20 ; 1{,}6\frac{I_{3P}}{In} ; 2{,}4\frac{I_{1P}}{In}\right) in$.

■ Légende des formules :
in : courant nominal secondaire des TC phase
in0 : courant nominal secondaire du TC point neutre
R_{CT} : résistance interne des TC phase ou point neutre
Rw : résistance de la filerie et de la charge des TC
In : courant assigné des TC phase
In0 : courant assigné primaire du TC point neutre
I_{3P} : courant de court-circuit triphasé
I_{1P} : courant de court-circuit à la terre

Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (I et I0) Voies supplémentaires (I' et I'0)			
Is0				
Plage de réglage	0,05 In à 0,8 In pour In ⩾ 20 A 0,1 In à 0,8 In pour In < 20 A			
Précision (1)	5 %			
Résolution	1 A ou 1 digit			
Pourcentage de dégagement	93 % ±2 %			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	< 55 ms à Id0 = 2,4 Istab			
Temps de dépassement	< 35 ms à Id0 = 2,4 Istab			
Temps de retour	< 45 ms à Id0 = 2,4 Istab			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P64REF_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P64REF_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie protection	P64REF_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P64REF_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Limitation du nombre de démarrages
Code ANSI 66

Protection des moteurs contre l'échauffement provoqué par des démarrages trop fréquents ou trop rapprochés.

Fonctionnement

Protection contre l'échauffement excessif d'un moteur provoqué par :
- des démarrages trop fréquents : la mise sous tension d'un moteur est interdite lorsque le nombre maximum de démarrages autorisés est atteint
- des démarrages trop rapprochés dans le temps : après un arrêt, la remise sous tension d'un moteur n'est autorisée qu'après l'écoulement d'un temps de repos réglable.

Un démarrage est détecté si le courant absorbé devient supérieur à 5 % du courant Ib.
Le nombre de démarrage est limité par :
- le nombre de démarrages (Nt) autorisés par période de temps (P)
- le nombre de démarrages successifs autorisés à chaud (Nc)
- le nombre de démarrages successifs autorisés à froid (Nf).

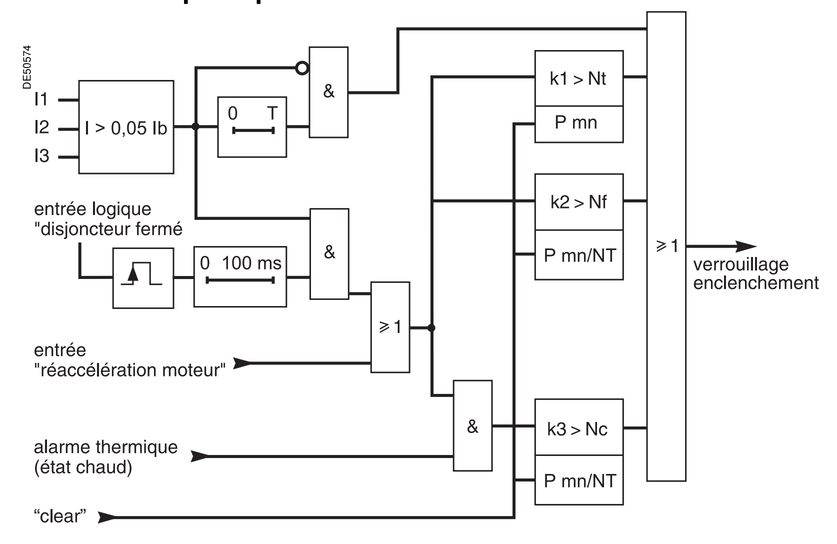
Le nombre de démarrages successifs est le nombre de démarrages comptabilisés au cours des P/Nt dernières minutes.
L'état chaud du moteur correspond au dépassement du seuil fixe (50 % de l'échauffement) de la fonction image thermique.
Lors d'une ré-accélération le moteur subit une contrainte voisine de celle d'un démarrage sans que le courant soit passé préalablement à une valeur inférieure à 5 % de Ib. Dans ce cas le nombre de démarrages n'est pas incrémenté.
Il est cependant possible d'incrémenter le nombre de démarrages lors d'une réaccélération par une entrée logique ou une information issue d'une équation logique ou du programme Logipam (entrée "ré-accélération moteur").
La temporisation T "arrêt/démarrage" permet d'interdire de redémarrer le moteur après un arrêt tant qu'elle n'est pas écoulée et ainsi d'imposer un temps d'arrêt minimum avant chaque redémarrage.

Prise en compte de l'information disjoncteur fermé
Dans le cas d'utilisation de moteurs synchrones, il est conseillé de raccorder l'information "disjoncteur fermé" à une entrée logique, pour permettre une détection plus précise des démarrages.

Informations d'exploitation
Les informations suivantes sont disponibles pour l'exploitant :
- la durée d'interdiction de démarrage
- le nombre de démarrages avant interdiction.

Voir fonctions de diagnostic machine.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages	
Période de temps (P)	
Plage de réglage	1 à 6 h
Résolution	1 h
Nombre total de démarrages (Nt) autorisés par période de temps P	
Plage de réglage	1 à 60
Résolution	1
Nombre démarrages consécutifs à chaud autorisés (Nc)	
Plage de réglage	1 à Nf
Résolution	1
Nombre démarrages consécutifs à froid autorisés (Nf)	
Plage de réglage	1 à Nt
Résolution	1
Temporisation arrêt/démarrage	
Plage de réglage	0 à 90 mn (0 pas de temporisation)
Résolution	1 mn

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P66_1_101	■	■
Réaccélération moteur	P66_1_102	■	■
Inhibition de la protection	P66_1_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie protection	P66_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P66_1_16	■	■	
Verrouillage arrêt/démarrage	P66_1_29	■	■	
Total démarrage atteint	P66_1_30	■	■	
Démarrages consécutifs atteints	P66_1_31	■	■	

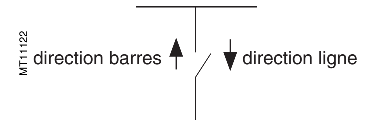
Maximum de courant phase directionnelle
Code ANSI 67

Protection contre les courts-circuits entre phases, au déclenchement sélectif en fonction de la direction du courant de défaut.

Fonctionnement
Composée d'une fonction maximum de courant phase associée à une détection de direction, elle est excitée si la fonction maximum de courant phase dans la direction choisie (ligne ou barre) est activée pour au moins une des trois phases (ou deux phases sur trois, selon paramétrage).

- elle est triphasée et temporisée à temps indépendant ou dépendant
- chacun des 2 exemplaires dispose de 2 jeux de réglages. Le basculement sur le jeu de réglage A ou B peut être réalisé par une entrée logique ou une télécommande suivant paramétrage.
- la courbe personnalisée, définie point par point, peut être utilisée avec cette protection
- un temps de maintien réglable, à temps dépendant ou indépendant, permet la coordination avec des relais électromécaniques et la détection des défauts réamorçants.
- l'alarme liée au fonctionnement de la protection indique la ou les phases en défaut.

Direction de déclenchement
La direction du courant est déterminée à partir de la mesure de sa phase par rapport à une grandeur de polarisation. Elle est qualifiée de direction barres ou direction ligne suivant la convention suivante :

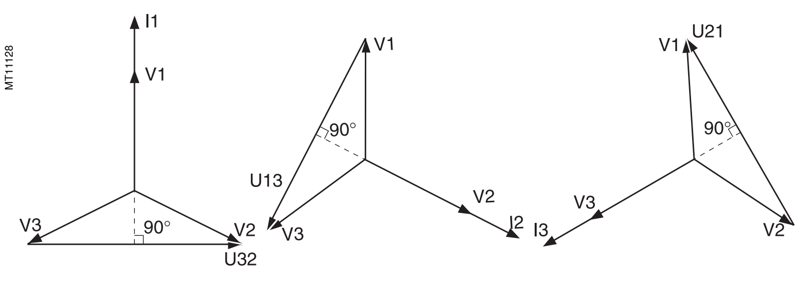


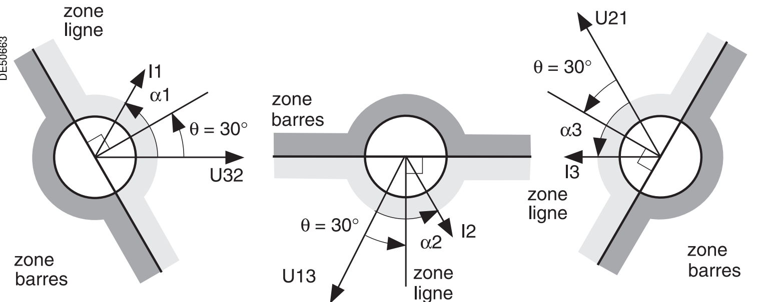
La zone de déclenchement est déterminée par paramétrage : déclenchement en zone barres ou en zone ligne.
La zone inverse est la zone pour laquelle la protection ne déclenche pas. La détection du courant en zone inverse est utilisée pour signalisation.

Grandeur de polarisation
La grandeur de polarisation est la tension composée en quadrature avec le courant pour cosθ = 1 (angle de branchement 90°). Le plan des vecteurs courant d'une phase est divisé en 2 demi-plans correspondant à la zone ligne et à la zone barres. L'angle caractéristique θ est l'angle de la perpendiculaire à la droite limite entre ces 2 zones et la grandeur de polarisation.

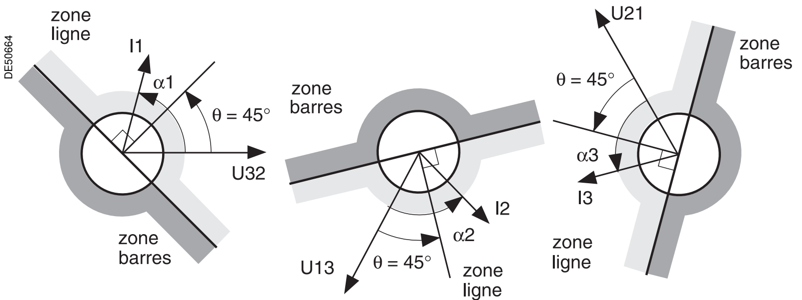
Mémoire de tension
En cas de disparition de toutes les tensions lors d'un défaut triphasé proche du jeu de barres, le niveau de tension peut être insuffisant pour une détection de la direction du défaut (< 1,5 % Unp). La protection utilise alors une mémoire de tension pour déterminer de façon fiable la direction. La direction du défaut est sauvegardée tant que le niveau de tension est trop faible et que le courant est au-dessus du seuil Is.

Fermeture sur défaut préexistant
Si le disjoncteur est fermée sur un défaut préexistant triphasé au niveau du jeu de barres, la mémoire de tension est vide. Par conséquent, la direction ne peut être déterminée et la protection ne déclenche pas. Dans ce cas une protection backup 50/51 doit être utilisée.

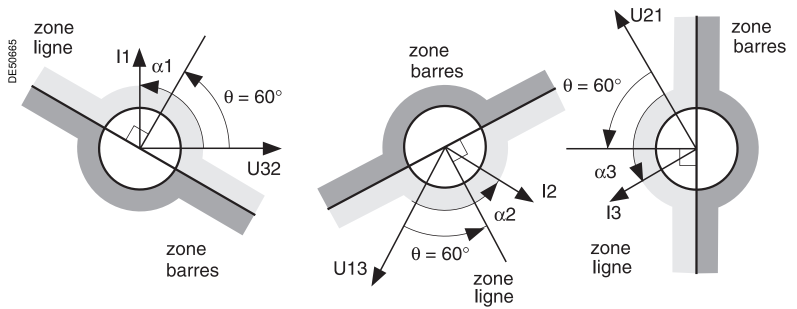




Déclenchement sur défaut en zone ligne avec θ = 30°.



Déclenchement sur défaut en zone ligne avec θ = 45°.

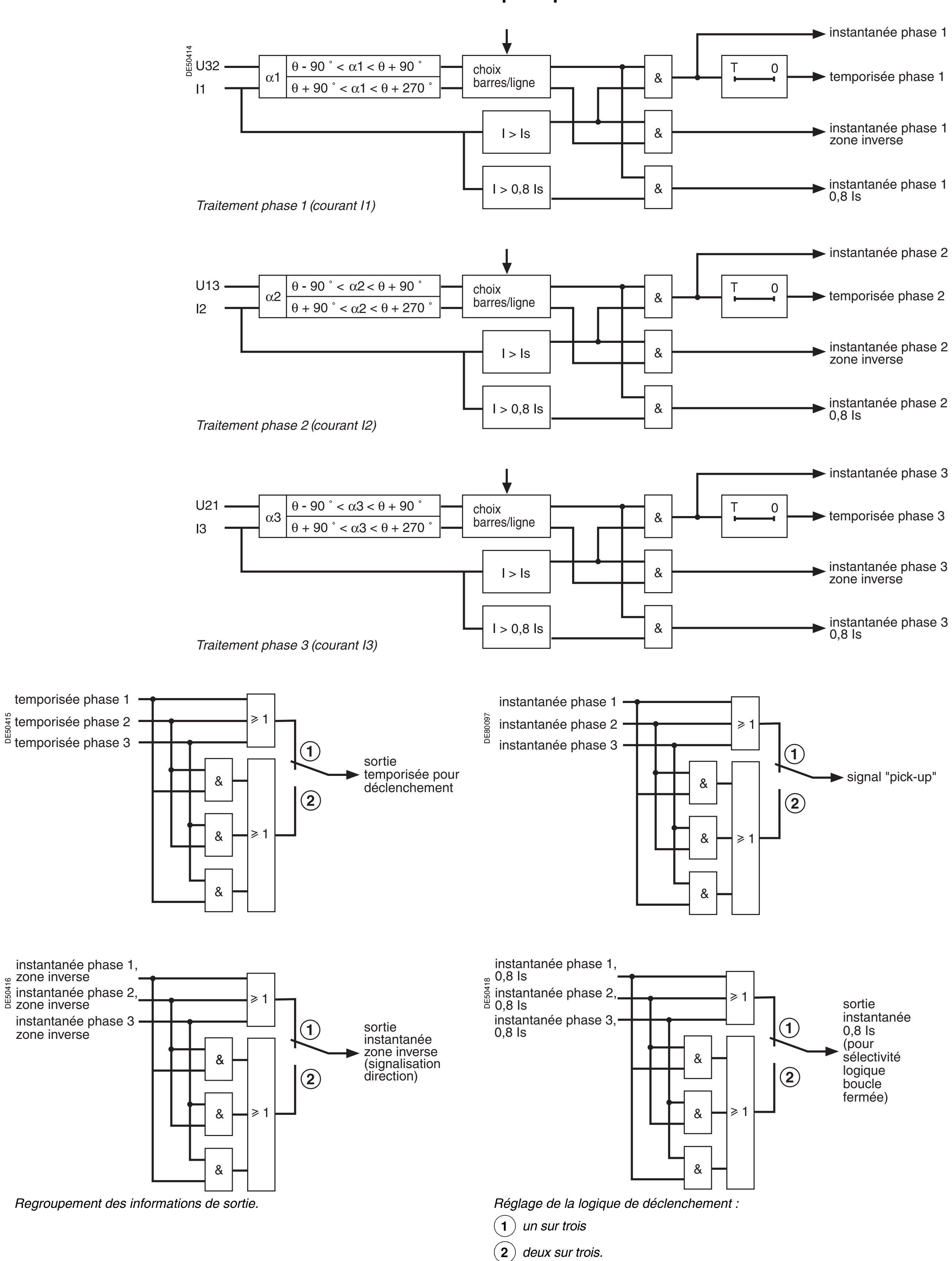


Déclenchement sur défaut en zone ligne avec θ = 60°.

Logique de déclenchement
Dans certains cas de figure, il est judicieux de choisir une logique de déclenchement du type deux phases sur trois. Ce cas peut arriver si on protège deux transformateurs (Dy) en parallèle. Pour un défaut biphasé au primaire d'un transformateur, on trouve du côté secondaire une répartition des courants dans le rapport 2-1-1. Le plus grand courant est dans la zone attendue (zone de fonctionnement pour l'arrivée en défaut, de non fonctionnement pour l'arrivée saine). Un des petits courants est en limite de zone. Selon les paramètres des lignes, il peut même être dans la mauvaise zone.
Le risque est donc de déclencher les 2 arrivées.

Maximum de courant phase directionnelle
Code ANSI 67

Schéma de principe



Traitement phase 1 (courant I1)

Traitement phase 2 (courant I2)

Traitement phase 3 (courant I3)

Regroupement des informations de sortie.

Réglage de la logique de déclenchement :

1 *un sur trois*

2 *deux sur trois.*

Maximum de courant phase directionnelle
Code ANSI 67

Courbe de déclenchement	Temps de maintien
Temps indépendant (DT)	A temps indépendant
Temps inverse (SIT)	A temps indépendant
Temps très inverse (VIT ou LTI)	A temps indépendant
Temps extrêmement inverse (EIT)	A temps indépendant
Temps ultra inverse (UIT)	A temps indépendant
Courbe RI	A temps indépendant
CEI temps inverse SIT / A	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	A temps dépendant ou indépendant
IEEE moderately inverse (CEI / D)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE very inverse (CEI / E)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE extremely inverse (CEI / F)	A temps dépendant ou indépendant
IAC inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC very inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC extremely inverse	A temps dépendant ou indépendant
Personnalisée	A temps indépendant

Caractéristiques

Réglages		
Angle caractéristique θ		
Plage de réglage		30°, 45°, 60°
Précision (1)		±2 %
Courbe de déclenchement		
Plage de réglage		Selon liste ci-dessus
Seuil Is		
Plage de réglage	à temps indépendant	0,1 In ≤ Is ≤ 24 In exprimé en ampères
	à temps dépendant	0,1 In ≤ Is ≤ 2,4 In exprimé en ampères
Précision (1)		±5 % ou ±0,01 In
Résolution		1 A ou 1 digit
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,015 In/Is) x 100 %
Temporisation T (temps de fonctionnement à 10 Is)		
Plage de réglage	à temps indépendant	Inst, 50 ms ≤ T ≤ 300 s
	à temps dépendant	100 ms ≤ T ≤ 12,5 s ou TMS (2)
Précision pour T ≥ 100 ms	à temps indépendant	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
	à temps dépendant	Classe 5 ou de -10 ms à +25 ms
Résolution		10 ms ou 1 digit
Réglages avancés		
Direction de déclenchement		
Plage de réglage		Ligne / barres
Logique de déclenchement		
Plage de réglage		Un sur trois / deux sur trois
Temps de maintien T1		
Plage de réglage	à temps indépendant	0 ; 0,05 à 300 s
	à temps dépendant (3)	0,5 à 20 s
Résolution		10 ms ou 1 digit
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement		Pick-up < 75 ms à 2 Is (typique 65 ms) Inst < 90 ms à 2 Is (instantané confirmé) (typique 75 ms)
Temps de dépassement		< 45 ms à 2 Is
Temps de retour		< 55 ms à 2 Is (pour T1 = 0)

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P67_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P67_x_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie instantanée (Pick-up)	P67_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P67_x_3	■	■	■
Drop out	P67_x_4	■	■	
Sortie instantanée zone inverse	P67_x_6	■	■	
Défaut phase 1	P67_x_7	■	■	
Défaut phase 2	P67_x_8	■	■	
Défaut phase 3	P67_x_9	■	■	
Protection inhibée	P67_x_16	■	■	
Sortie instantanée à 0,8 Is	P67_x_21	■	■	
Sortie temporisée 1 sur 3	P67_x_36	■	■	
Sortie temporisée 2 sur 3	P67_x_37	■	■	

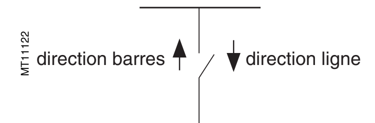
x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*
***(2)** Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting)*
Inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,04 à 4,20
Très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,07 à 8,33
Très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,01 à 0,93
Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,13 à 15,47
IEEE moderately inverse : 0,42 à 51,86
IEEE very inverse : 0,73 à 90,57
IEEE extremely inverse : 1,24 à 154,32
IAC inverse : 0,34 à 42,08
IAC very inverse : 0,61 à 75,75
IAC extremely inverse : 1,08 à 134,4.
***(3)** Uniquement pour les courbes de déclenchement normalisées de type CEI, IEEE et IAC.*

Maximum de courant terre directionnelle
Code ANSI 67N/67NC

Protection contre les défauts à la terre, au déclenchement sélectif en fonction de la direction du courant de défaut.

Description
Pour s'adapter à tous les cas d'application et à tous les systèmes de mise à la terre du neutre, la protection fonctionne suivant deux caractéristiques de type différent, au choix :
- type 1 : la protection utilise la projection du vecteur I0.
Ce type de fonctionnement est adapté à la protection des départs en antenne à neutre résistant, neutre isolé ou neutre compensé
- type 2 : la protection utilise le module du vecteur I0 et fonctionne comme une fonction de protection à maximum de courant terre à laquelle on a ajouté un critère de direction.
Ce type de fonctionnement est adapté à la protection des réseaux de distribution en boucle fermée avec neutre direct à la terre.
- type 3 : la protection utilise le module du vecteur I0 et est conforme à la spécification italienne ENEL DK5600. Elle fonctionne comme une protection à maximum de courant terre à laquelle on a ajouté un critère de direction angulaire {*Lim.1*, *Lim.2*}.
Ce type de fonctionnement est adapté aux réseaux de distribution dont le régime de neutre varie selon le schéma d'exploitation.

Direction de déclenchement
La direction du courant résiduel est qualifiée de direction barres ou direction ligne suivant la convention suivante :

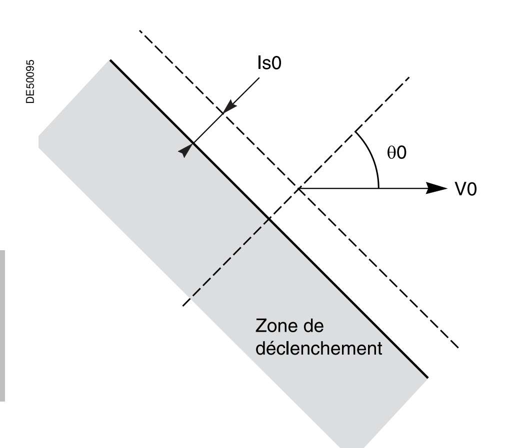


La zone de déclenchement est déterminée par paramétrage : déclenchement en zone barres ou en zone ligne.
La zone inverse est la zone pour laquelle la protection ne déclenche pas.
La détection du courant en zone inverse est utilisée pour signalisation.

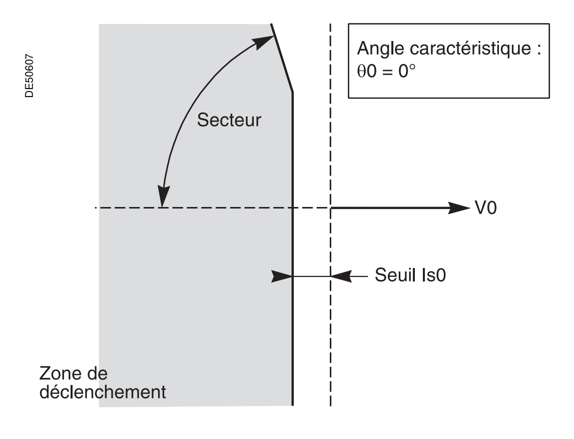
3

Maximum de courant terre directionnelle - Type 1
Code ANSI 67N/67NC

Protection contre les défauts à la terre pour réseaux à neutre impédant ou à neutre compensé.



Caractéristique de déclenchement de la protection ANSI 67N/67NC type 1 (angle caractéristique θ0 ≠ 0°).



Caractéristique de déclenchement de la protection ANSI 67N/67NC type 1 (angle caractéristique θ0 = 0°).

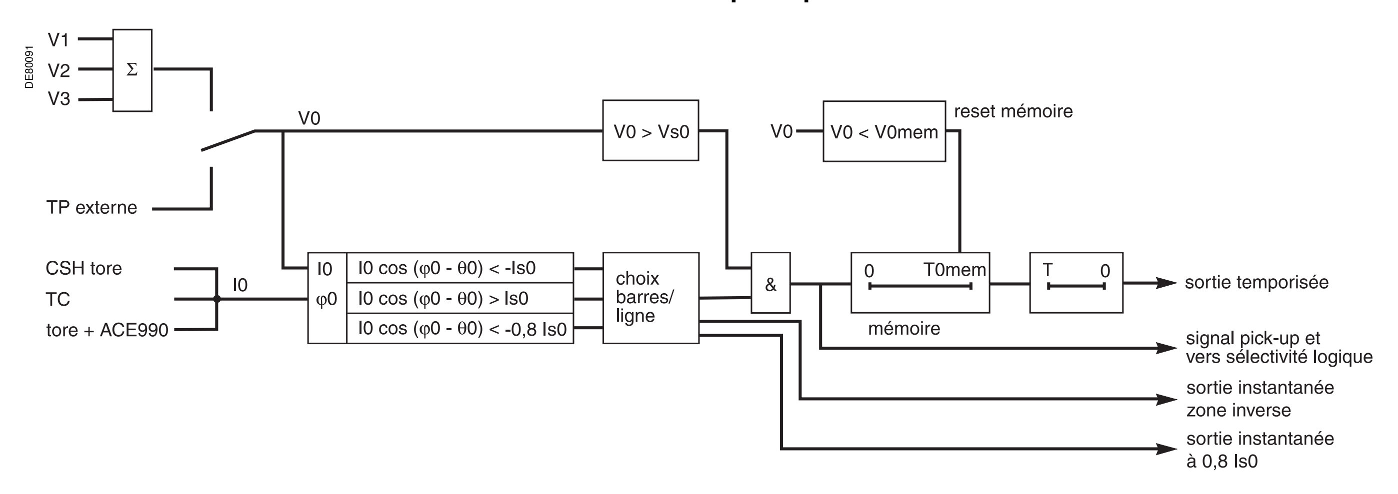
Fonctionnement

La fonction détermine la projection du courant résiduel I0 sur la droite caractéristique dont la position est fixée par le réglage de l'angle caractéristique θ0 par rapport à la tension résiduelle. Cette projection est comparée au seuil Is0. Cette protection est adaptée aux départs en antenne à neutre résistant, neutre isolé ou neutre compensé.
En neutre compensé, elle se caractérise par sa capacité à détecter les défauts de très courte durée et répétitifs (défaut récurrent). Dans le cas des bobines de Petersen sans résistance additionnelle, la détection du défaut en régime permanent n'est pas possible en raison de l'absence de courant actif homopolaire. La protection utilise le transitoire au début de défaut pour assurer le déclenchement.
Le réglage θ0 = 0° est adapté aux réseaux à neutre compensé et à neutre impédant. Lorsque ce réglage est sélectionné, le paramétrage du secteur permet de réduire la zone de déclenchement de la protection afin d'assurer sa stabilité sur départ sain.
La protection fonctionne avec le courant résiduel mesuré à l'une des entrées I0 du relais (fonctionnement sur somme des trois courant phase impossible).
La protection est inhibée pour les tensions résiduelles inférieures au seuil Vs0.
Elle est temporisée à temps indépendant.
La direction de déclenchement peut être paramétrée côté barre ou côté ligne.
Chacun des 2 exemplaires dispose de 2 jeux de réglages. Le basculement sur le jeu de réglage A ou B peut être réalisé par une entrée logique ou une télécommande suivant paramétrage.

Mémoire

La détection des défauts récurrents est contrôlée par la temporisation T0mem qui prolonge l'information transitoire de dépassement de seuil et permet ainsi le fonctionnement de la temporisation à temps indépendant même en cas de défaut éteint rapidement (≈2 ms) et qui se réamorce périodiquement. Même en utilisant une bobine de Petersen sans résistance additionnelle le déclenchement est assuré grâce à la détection du défaut pendant le transitoire d'apparition. Cette détection est prolongée pendant toute la durée du défaut basée sur le critère V0 ⩾ V0mem et bornée par T0mem. Dans ce cas d'utilisation T0mem doit être supérieure à T (temporisation à temps indépendant).

Schéma de principe



Maximum de courant terre directionnelle - Type 1
Code ANSI 67N/67NC

Caractéristiques

Réglages			
Origine de la mesure			
Plage de réglage			I0 / I'0
Angle caractéristique θ			
Plage de réglage			-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
Précision (1)			±2°
Seuil Is0			
Plage de réglage	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A) exprimé en ampères		
	Avec capteur CSH	Calibre 2 A	0,1 à 30 A
		Calibre 20 A	0,2 à 300 A
	TC		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A)
	Tore homopolaire avec ACE990		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A)
Précision (1)			±5 % (à φ0 = 180°)
Résolution			0,1 A ou 1 digit
Pourcentage de dégagement			93,5 % ±5 %
Temporisation T (courbe de déclenchement à temps indépendant)			
Plage de réglage			Inst, 50 ms ≤ T ≤ 300 s
Précision (1)			±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution			10 ms ou 1 digit
Réglages avancés			
Direction de déclenchement			
Plage de réglage			Lignes / barres
Seuil Vs0			
Plage de réglage			2 % de Unp à 80 % de Unp
Précision (1)			±5 % ou ±0,005 Unp
Résolution			1 %
Pourcentage de dégagement			93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,006 Unp/Vs0) x 100 %
Secteur			
Plage de réglage			86°, 83°, 76°
Précision (1)			±2°
Temps mémoire T0mem			
Plage de réglage			0 ; 0,05 à 300 s
Résolution			10 ms ou 1 digit
Tension mémoire V0mem			
Plage de réglage			0 ; 2 à 80 % Unp
Résolution			1 %
Temps caractéristiques			
Temps de fonctionnement			Pick-up < 55 ms à 2 Is0
Temps de dépassement			< 45 ms à 2 Is0
Temps de retour			< 65 ms (à T0mem = 0)

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P67N_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P67N_x_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie instantanée (Pick-up)	P67N_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P67N_x_3	■	■	■
Drop-out	P67N_x_4	■	■	
Sortie instantanée zone inverse	P67N_x_6	■	■	
Protection inhibée	P67N_x_16	■	■	
Sortie instantanée à 0,8 Is0	P67N_x_21	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

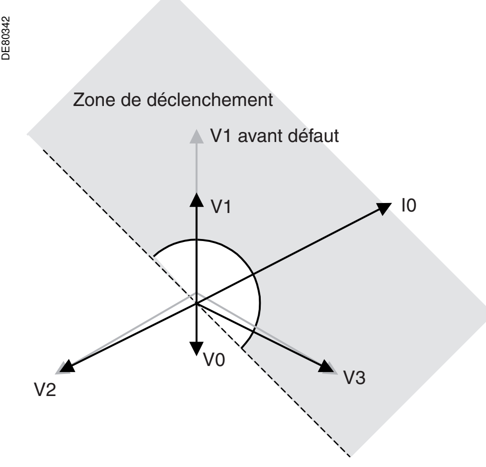
Réglage standard

Les réglages ci-dessous sont précisés pour les cas usuels d'utilisation dans les différents cas de mise à la terre.
Les cases grisées représentent les réglages par défaut.

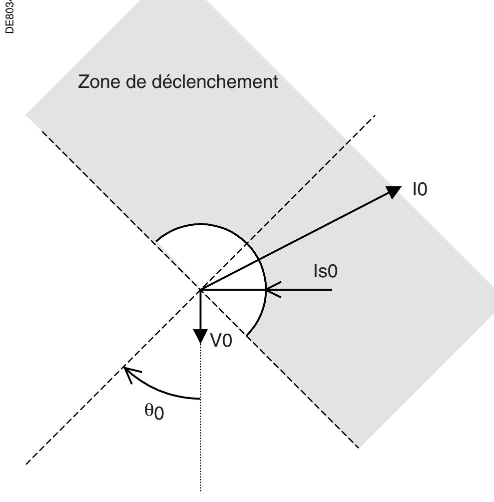
	Neutre isolé	Neutre impédant	Neutre compensé
Seuil Is0	A régler selon étude de sélectivité	A régler selon étude de sélectivité	A régler selon étude de sélectivité
Angle caractéristique θ0	90°	0°	0°
Temporisation T	A régler selon étude de sélectivité	A régler selon étude de sélectivité	A régler selon étude de sélectivité
Direction	Ligne	Ligne	Ligne
Seuil Vs0	2 % de Uns	2 % de Uns	2 % de Uns
Secteur	Sans objet	86°	86°
Temps mémoire T0mem	0	0	200 ms
Tension mémoire V0mem	0	0	0

Maximum de courant terre directionnelle - Type 2
Code ANSI 67N/67NC

Protection contre les défauts à la terre pour réseaux à neutre impédant ou à neutre direct à la terre.



Exemple de défaut entre la terre et la phase 1 - Mesure des 3 tensions phases.



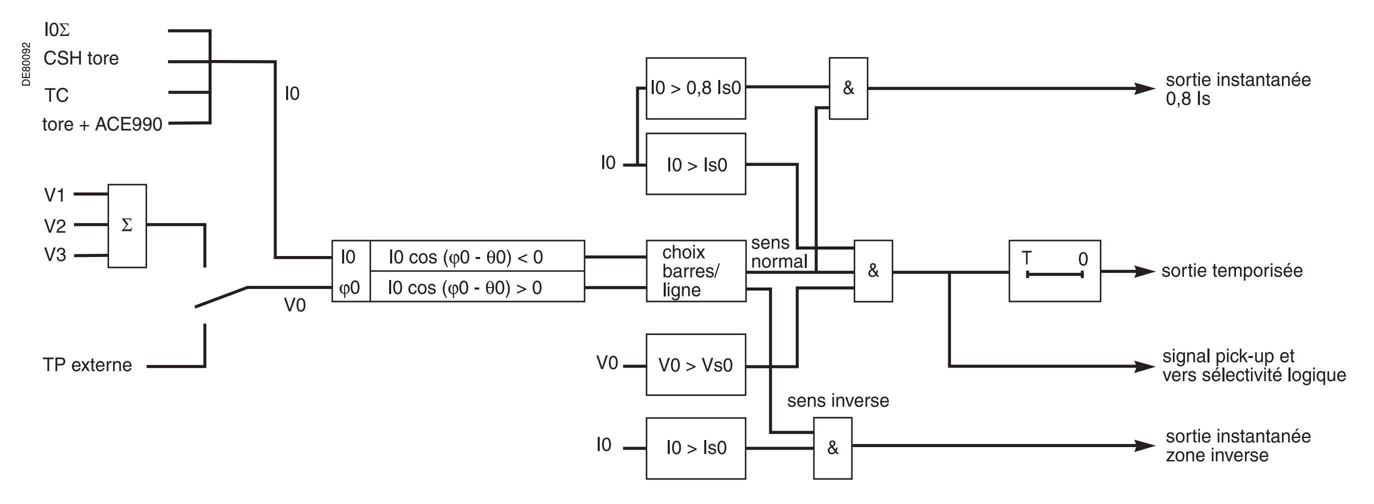
Caractéristique de déclenchement de la protection ANSI67N/67NC type 2.

Fonctionnement

Cette protection fonctionne comme une protection à maximum de courant terre à laquelle on a ajouté un critère de direction.
Elle est adaptée au réseau de distribution en boucle fermée avec neutre direct à la terre. Elle a toutes les caractéristiques d'une protection à maximum de courant terre (50N/51N) et peut donc se coordonner facilement avec.
Le courant résiduel est le courant mesuré sur une des entrées I0 du Sepam ou calculé sur la somme des courant phase principaux (I), selon paramétrage.
La direction de déclenchement peut être paramétrée côté barre ou côté ligne.
Elle est temporisée à temps indépendant ou dépendant.
Chacun des 2 exemplaires dispose de 2 jeux de réglages. Le basculement sur le jeu de réglage A ou B peut être réalisé par une entrée logique ou une télécommande suivant paramétrage.
La courbe personnalisée, définie point par point, peut être utilisée avec cette protection.
Un temps de maintien réglable, à temps dépendant ou indépendant, permet la coordination avec des relais électromécaniques et la détection des défauts réamorçants.

Courbe de déclenchement	Temps de maintien
Temps indépendant (DT)	A temps indépendant
Temps inverse (SIT)	A temps indépendant
Temps très inverse (VIT ou LTI)	A temps indépendant
Temps extrêmement inverse (EIT)	A temps indépendant
Temps ultra inverse (UIT)	A temps indépendant
Courbe RI	A temps indépendant
CEI temps inverse SIT / A	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	A temps dépendant ou indépendant
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	A temps dépendant ou indépendant
IEEE moderately inverse (CEI / D)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE very inverse (CEI / E)	A temps dépendant ou indépendant
IEEE extremely inverse (CEI / F)	A temps dépendant ou indépendant
IAC inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC very inverse	A temps dépendant ou indépendant
IAC extremely inverse	A temps dépendant ou indépendant
Personnalisée	A temps indépendant

Schéma de principe



Maximum de courant terre directionnelle - Type 2
Code ANSI 67N/67NC

Caractéristiques

Réglages			
Origine de la mesure			
Plage de réglage			I0 I'0 I0Σ (somme des voies phases principales)
Angle caractéristique θ			
Plage de réglage			-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
Précision (1)			±2°
Courbe de déclenchement			
Plage de réglage			Voir page précédente
Seuil Is0			
Plage de réglage à temps indépendant			0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A) exprimé en ampères
	Somme des TC		0,01 In ≤ Is0 ≤ 15 In (mini 0,1 A)
	Avec capteur CSH	Calibre 2 A	0,1 à 30 A
		Calibre 20 A	0,2 à 300 A
	TC		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A)
	Tore homopolaire avec ACE990		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (mini 0,1 A)
Plage de réglage à temps dépendant			0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (mini 0,1 A) exprimé en ampères
	Somme des TC		0,01 In ≤ Is0 ≤ In (mini 0,1 A)
	Avec capteur CSH	Calibre 2 A	0,1 à 2 A
		Calibre 20 A	0,2 à 20 A
	TC		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (mini 0,1 A)
	Tore homopolaire avec ACE990		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (mini 0,1 A)
Précision (1)			±5 % ±0,004 In0
Résolution			0,1 A ou 1 digit
Pourcentage de dégagement			93,5 % ±5 % ou > (1 - 0,005 In0/Is0) x 100 %
Temporisation T (temps de fonctionnement à 10 Is0)			
Plage de réglage	à temps indépendant		Inst, 50 ms ≤ T ≤ 300 s
	à temps dépendant		100 ms ≤ T ≤ 12,5 s ou TMS (2)
Précision (1)	à temps indépendant		±2 % ou de -10 ms à +25 ms
	à temps dépendant		Classe 5 ou de -10 ms à +25 ms
Résolution			10 ms ou 1 digit
Réglages avancés			
Direction de déclenchement			
Plage de réglage			Ligne / barres
Seuil Vs0			
Plage de réglage			2 % de Unp à 80 % de Unp
Précision (1)			±5 % ou ±0,005 Unp
Résolution			1 %
Pourcentage de dégagement			93 % ±5 % ou > (1 - 0,006 Unp/Vs0) x 100 %
Temps de maintien T1			
Plage de réglage	à temps indépendant		0 ; 0,05 à 300 s
	à temps dépendant (3)		0,5 à 20 s
Résolution			10 ms ou 1 digit
Temps caractéristiques			
Temps de fonctionnement			Pick-up < 40 ms à 2 Is0 (typique 25 ms) Inst < 55 ms à 2 Is0 (instantané confirmé) (typique 35 ms)
Temps de dépassement			< 35 ms à 2 Is0
Temps de retour			< 50 ms à 2 Is0 (pour T1 = 0)

Entrées

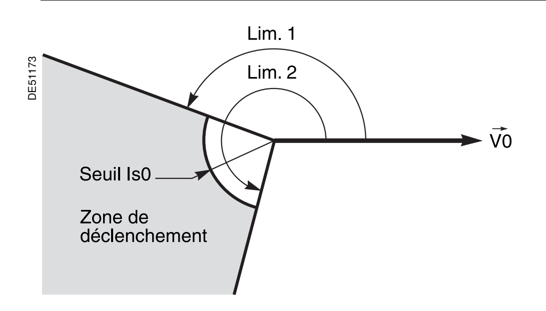
Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P67N_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P67N_x_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie instantanée (Pick-up)	P67N_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P67N_x_3	■	■	■
Drop out	P67N_x_4	■	■	
Sortie instantanée zone inverse	P67N_x_6	■	■	
Protection inhibée	P67N_x_16	■	■	
Sortie instantanée à 0,8 Is0	P67N_x_21	■	■	

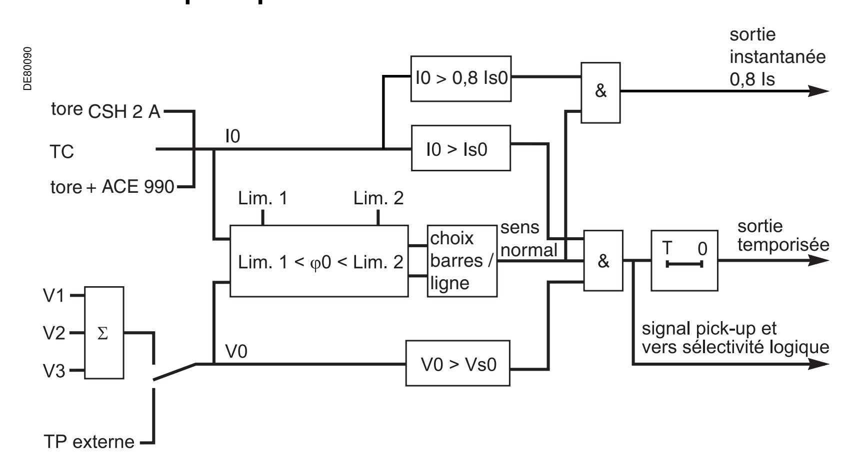
x : numéro d'exemplaire.
(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).
(2) Plages de réglage en mode TMS (Time Multiplier Setting)
Inverse (SIT) et CEI SIT/A : 0,04 à 4,20
Très inverse (VIT) et CEI VIT/B : 0,07 à 8,33
Très inverse (LTI) et CEI LTI/B : 0,01 à 0,93
Ext inverse (EIT) et CEI EIT/C : 0,13 à 15,47
IEEE moderately inverse : 0,42 à 51,86
IEEE very inverse : 0,73 à 90,57
IEEE extremely inverse : 1,24 à 154,32
IAC inverse : 0,34 à 42,08
IAC very inverse : 0,61 à 75,75
IAC extremely inverse : 1,08 à 134,4.
(3) Uniquement pour les courbes de déclenchement normalisées de type CEI, IEEE et IAC.

Maximum de courant terre directionnelle - Type 3
Code ANSI 67N/67NC

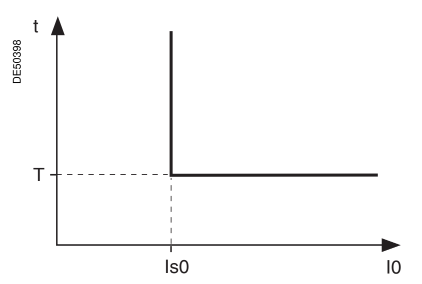


Fonctionnement type 3
Cette protection fonctionne comme une protection à maximum de courant terre (ANSI 50N/51N) à laquelle on a ajouté un critère de direction angulaire {*Lim.1*, *Lim.2*}.
Elle est adaptée aux réseaux de distribution dont le régime de neutre varie selon le schéma d'exploitation.
La direction de déclenchement peut être paramétrée côté barre ou côté ligne.
Le courant résiduel est le courant mesuré sur l'entrée I0 du Sepam.
Sa temporisation est à temps indépendant (constant DT).
En choisissant un seuil Is0 égal à 0, la protection se comporte comme une protection à maximum de tension résiduelle (ANSI 59N).

Schéma de principe



Fonctionnement à temps indépendant
Is0 correspond au seuil de fonctionnement exprimé en ampères, et T correspond au retard de fonctionnement de la protection.



Principe de la protection à temps indépendant.

Maximum de courant terre directionnelle - Type 3
Code ANSI 67N/67NC

Caractéristiques type 3

Origine de la mesure		
Plage de réglage		I0 I'0 I0Σ (somme des voies phases principales)
Angle de début de zone de déclenchement *Lim.1*		
Réglage		0° à 359°
Résolution		1°
Précision		±3°
Angle de fin de zone de déclenchement *Lim.2*		
Réglage		0° à 359° (1)
Résolution		1°
Précision		±3°
Direction de déclenchement		
Réglage		Ligne / barres
Seuil Is0		
Réglage (2)	Avec tore CSH (calibre 2 A)	0,1 A à 30 A
	Avec TC 1 A	0,005 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mini 0,1 A)
	Avec tore + ACE990 (plage 1)	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mini 0,1 A) (3)
Résolution		0,1 A ou 1 digit
Précision		±5 %
Pourcentage de dégagement		⩾ 95 %
Seuil Vs0		
Réglage	Sur somme des 3 V	2 % Unp ⩽ Vs0 ⩽ 80 % Unp
	Sur TP externe	0,6 % Unp ⩽ Vs0 ⩽ 80 % Unp
Résolution		0,1 % pour Vs0 < 10 % 1 % pour Vs0 ⩾ 10 %
Précision		±5 %
Pourcentage de dégagement		⩾ 95 %
Temporisation T		
Réglage		instantané, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Résolution		10 ms ou 1 digit
Précision		⩽ 3% ou ±20 ms à 2 Is0
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement		pick-up < 40 ms à 2 Is0
		instantané < 55 ms à 2 Is0
Temps de dépassement		< 40 ms
Temps de retour		< 50 ms

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Reset de la protection	P67N_x_101	■	■
Inhibition de la protection	P67N_x_113	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Sortie instantanée (Pick-up)	P67N_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P67N_x_3	■	■	■
Drop out	P67N_x_4	■	■	
Sortie instantanée zone inverse	P67N_x_6	■	■	
Protection inhibée	P67N_x_16	■	■	
Sortie instantanée à 0,8 Is0	P67N_x_21	■	■	

***(1)** La zone de déclenchement Lim.2-Lim.1 doit être supérieure ou égale à 10°.*
***(2)** Pour Is0 = 0, la protection se comporte comme une protection à maximum de tension résiduelle (59N).*
***(3)** In0 = k . n où n = rapport du tore homopolaire et k = coefficient à déterminer en fonction du câblage de l'ACE990 (0,00578 ⩽ k ⩽ 0,04).*

Réglage standard de la zone de déclenchement (côté ligne)

Les réglages ci-dessous sont précisés pour les cas usuels d'utilisation dans différents cas de mise à la terre du neutre.
Les cases grisées représentent les réglages par défaut.

	Neutre isolé	Neutre impédant	Neutre direct à la terre
Angle *Lim.1*	190°	100°	100°
Angle *Lim.2*	350°	280°	280°

3

Perte de synchronisme
Code ANSI 78PS

Protection des moteurs et des générateurs synchrones contre les pertes de synchronisme.

Fonctionnement

Protection contre la perte de synchronisme des générateurs ou de moteurs synchrones, basée sur la valeur de la puissance active calculée.

La protection se décompose en deux modules de protection indépendants, basés sur :

- la loi des aires
- l'inversion de puissance.

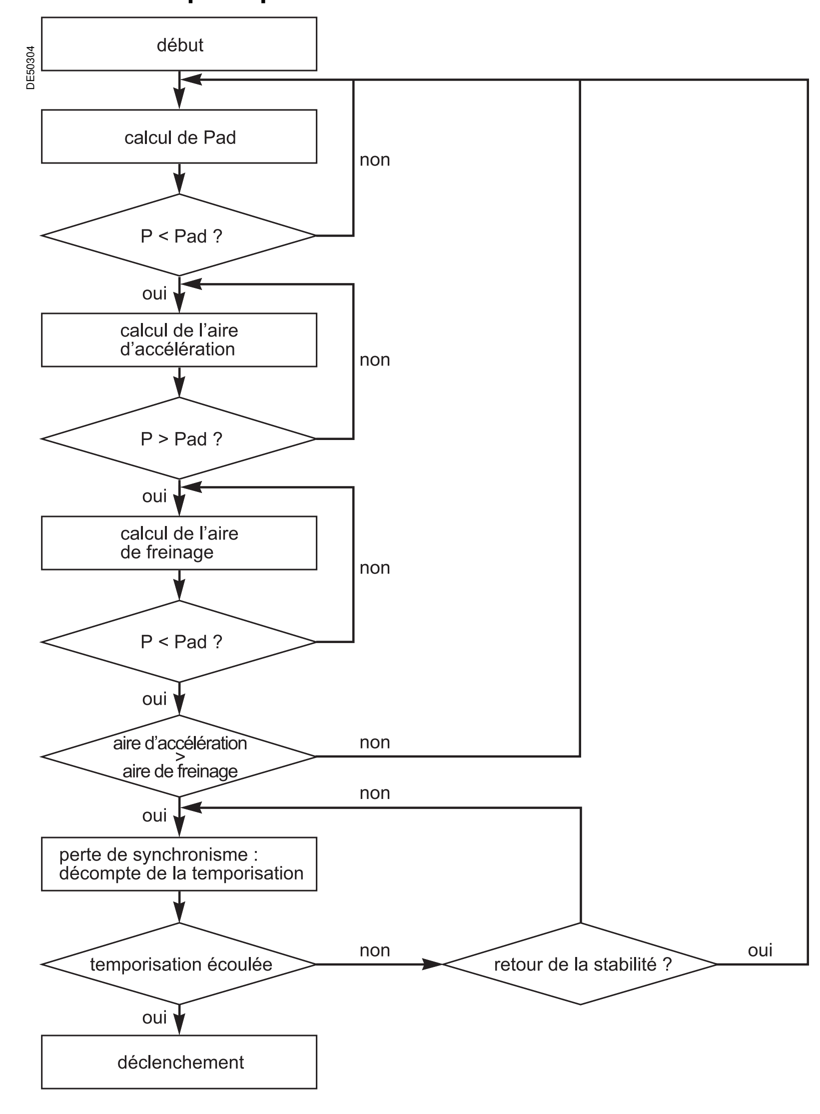
Le déclenchement peut être donné par un principe ou les deux, suivant le paramétrage.

Loi des aires

Fonction calculant l'aire d'accélération lors de l'apparition d'un défaut puis l'aire de freinage lors de la disparition du défaut. Le déclenchement est donné si l'aire de freinage est inférieure à l'aire d'accélération.
La fonction calcule en régime permanent une puissance moyenne sur 4 secondes dite puissance avant défaut Pad, qui correspond à la puissance électrique fournie par un générateur ou consommée par un moteur. La protection est initiée quand la puissance instantanée est différente de Pad.

Une temporisation permet de retarder le déclenchement. Si durant cette temporisation, un retour à la stabilité est détecté, la fonction est réinitialisée sans mener au déclenchement.

Schéma de principe de la loi des aires



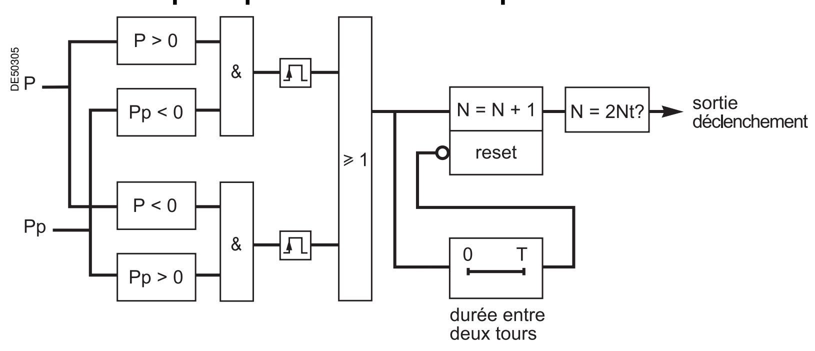
3

Perte de synchronisme
Code ANSI 78PS

Inversion de puissance

Fonction détectant une inversion de signe de la puissance active.
A chaque tour de déphasage entre la force électromotrice de la machine et le réseau, est compté deux inversions de puissance.
Une inversion de puissance est détectée en comparant le signe de la puissance instantanée avec le signe de la puissance 14 ms avant, Pp. Si les signes sont différents, une inversion est comptabilisée.
Le déclenchement est donné si le nombre de tours mesuré est égal au nombre de tours réglés.
Une temporisation permet de fixer un temps maximum entre deux inversions.
Elle permet d'insensibiliser la fonction à des oscillations de puissance de faible fréquence.

Schéma de principe de l'inversion de puissance



Capteurs de courant

Les transformateurs de courant doivent être au choix :
- de type 5P20, avec une puissance de précision $VA_{TC} > R_f In^2$
  où VA_{TC} : puissance de précision TC
  In : courant nominal secondaire du TC
  R_f : résistance de la filerie
- ou définis par une tension de coude $Vk \geqslant (R_{TC} + R_f).20.In$
  où R_{TC} : résistance interne du TC.

Caractéristiques

Réglages				
Choix du type de déclenchement				
Plage de réglage	Loi des aires Inversion de puissance Loi des aires et inversion de puissance			
Temporisation de la loi des aires				
Plage de réglage	100 ms ⩽ T ⩽ 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Nombre de tours				
Plage de réglage	1 ⩽ nombre de tours ⩽ 30			
Résolution	1 nombre de tours			
Durée maximum entre deux tours				
Plage de réglage	1 s ⩽ T ⩽ 300 s			
Résolution	1 s ou 1 digit			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	< 75 ms à 2 Ps			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P78PS_1_101	■	■	
Inhibition de la protection	P78PS_1_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P78PS_1_1	■	■	
Sortie temporisée	P78PS_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P78PS_1_16	■	■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

3

Exemple de réglage

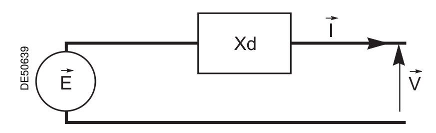
Exemple d'un générateur de 3,15 MVA dans une installation industrielle, connecté à un réseau de forte puissance de court-circuit.
La protection contre la perte de synchronisme est paramétrée pour déclencher sur la loi des aires et sur l'inversion de puissance :
- déclenchement sur la loi des aires : 300 ms
- nombre de tours autorisés : 2
- le temps maximum entre 2 inversions est de 10 s.

Principe de la stabilité transitoire

Il existe trois notions de stabilité d'un réseau électrique :
- la stabilité en régime permanent : elle concerne de petites variations de charges et donc de puissance. Elle est assurée par les régulations de puissance
- la stabilité dynamique : elle concerne des variations plus importantes. Elle est assurée par la régulation du réseau
- la stabilité transitoire : elle concerne de fortes variations de puissances par exemple lors de défauts. Elle est assurée par des actions fortes sur le réseau comme le délestage de charge, de sources, l'îlotage de certaines zones du réseau.

La protection de perte de synchronisme permet de détecter les cas d'instabilité transitoire.

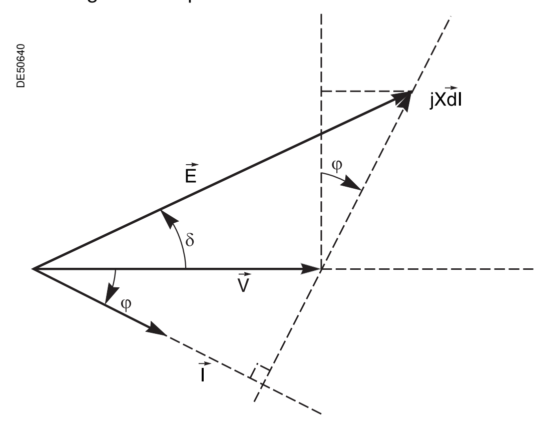
Lorsqu'un générateur est connecté à un réseau de puissance infinie, la tension à ses bornes est imposée par le réseau. Dans le cas d'un turbo-alternateur et en régime permanent, l'impédance interne du générateur est égale à sa réactance synchrone longitudinal Xd (la résistance et les saturations éventuelles du circuit magnétique sont négligées).



$\vec{V} = \vec{E} - jXd\vec{I}$

où E est la force électromotrice de la machine
Xd : la réactance synchrone
V : la tension du réseau
I : le courant fourni par le générateur

Si on suppose que le générateur débite un courant, la tension du réseau et la force électromotrice de la machine ne sont pas en phase à cause de la présence de la réactance synchrone. Ce déphasage est habituellement appelé l'angle interne de la machine ou l'angle de charge. Lorsque la force électromotrice est en avance sur la tension du réseau, alors l'angle interne est positif. Lorsque la force électromotrice est en retard sur la tension du réseau, alors l'angle interne est négatif. La représentation vectorielle est :



La puissance électrique fournie au réseau par la machine est : $P_e = 3VI\cos\varphi$.

Sur le diagramme vectoriel : $E\sin\delta = X_d(I\cos\varphi) = X_d\left(\frac{P_e}{3V}\right)$.

En fonction de la force électromotrice, de l'angle interne et de la réactance synchrone, la puissance active est : $P_e = \frac{3VE\sin\delta}{X_d}$.

Cette expression permet de tracer la puissance électrique fournie par le générateur au réseau, en fonction de l'angle interne et en supposant V, E et Xd constants.
En négligeant les pertes (le rendement est proche de 0,99), la relation reliant la puissance mécanique P_m à la puissance électrique fournie P_e est :

$P_m = P_e + J\Omega\frac{d\Omega}{dt}$

où J est le moment d'inertie de la machine
Ω est la vitesse angulaire des masses tournantes
P_m est la puissance mécanique fournie par la machine d'entraînement

La vitesse du champ électrique est reliée à la vitesse mécanique par la relation :

$\Omega = \frac{\omega}{p}$

où ω la vitesse angulaire du champ électrique
p le nombre de paires de pôles de la machine.

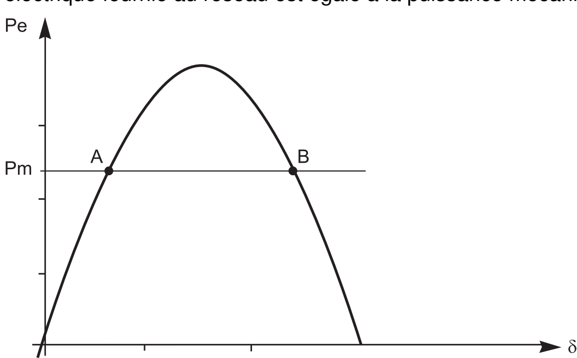
La suite du document prend le cas d'une machine à une paire de pôles où p = 1.
La relation entre la puissance électrique et mécanique devient :

$P_m = P_e + J\omega\frac{d\omega}{dt}$.

Les variations de la vitesse sont directement liées aux déséquilibres ente la puissance mécanique et la puissance électrique fournie au réseau :

$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega}$.

En régime permanent, c'est à dire sans augmentation de la vitesse, la puissance électrique fournie au réseau est égale à la puissance mécanique.



La courbe de la puissance électrique croise en deux points (A et B sur la courbe) la droite de la puissance mécanique constante :
- en A fonctionnement stable :
  - si δ augmente légèrement de sa valeur du point A, (la force-électromotrice prend de l'avance sur la tension du réseau), la puissance électrique fournie au réseau augmente légèrement. A puissance mécanique constante :

$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0$.

La machine ralentit tant que la puissance électrique fournie n'est pas égale à la puissance mécanique, car la dérivée de la vitesse est négative.
Electriquement, la force-électromotrice réduit son avance et donc l'angle δ.
  - si δ diminue légèrement du point A, (la force-électromotrice diminue son avance sur la tension du réseau) la puissance électrique fournie au réseau diminue légèrement. A puissance mécanique constante :

$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0$.

La machine accélère tant que la puissance électrique fournie n'est pas égale à la puissance mécanique, car la dérivée de la vitesse est positive.
Electriquement, la force-électromotrice augmente son avance et donc l'angle δ.

■ en B fonctionnement instable
□ si δ augmente légèrement de sa valeur du point B (la force-électromotrice prend de l'avance sur la tension du réseau), la puissance électrique fournie au réseau diminue légèrement.
A puissance mécanique constante :

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0 .$$

La machine accélère car la dérivée de la vitesse est positive. Electriquement, la force-électromotrice augmente son avance et donc l'angle δ.
□ si δ diminue légèrement du point B, (la force-électromotrice diminue son avance sur la tension du réseau) la puissance électrique fournie au réseau augmente légèrement.
A puissance mécanique constante :

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0 .$$

La machine ralentit car la dérivée de la vitesse est négative.
Electriquement, la force-électromotrice diminue son avance et donc l'angle δ jusqu'à revenir au point A.

Lorsque la machine passe le point B, on assiste à un emballement de celle-ci.

Au moment d'un défaut, en supposant que le défaut est franc, triphasé et aux bornes du générateur, alors la tension aux bornes de la machine est nulle. En conséquence, la puissance électrique fournie au réseau est nulle :

$$P_e = \frac{3VE\sin\delta}{X_d} = \frac{3 \times 0 \times E\sin\delta}{X_d} = 0 .$$

Les régulations n'ont pas le temps d'agir et la puissance mécanique aux bornes de la machine reste constante.

Le défaut fait apparaître un déséquilibre entre la puissance électrique fournie au réseau :

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0 .$$

La dérivée de la vitesse étant positive, la machine accélère et la force électromotrice prend de l'avance par rapport à la tension du réseau de puissance infinie.
Tant que dure le défaut, la machine accélère.
La variation de vitesse est :

$$\int_{\omega_0}^{\omega_1} \omega d\omega = \frac{1}{J}\int_{t_0}^{t_1} P_m dt$$

où le régime permanent avant défaut : t_0, ω_0, δ_0
le régime à l'élimination du défaut : t_1, ω_1, δ_1.

L'intégrale $\int_{t_0}^{t_1} P_m dt$ donne une image de l'accélération de la machine.

Elle est habituellement appelée l'aire d'accélération.

À l'élimination du défaut, la tension aux bornes de la machine n'est plus nulle. On suppose que la tension du réseau n'a pas variée, la charge avant et après défaut est identique et que la force électromotrice n'a pas variée. L'angle interne ayant augmenté, la puissance électrique est **$P_e(t)$**.
En fonction du signe de **P_m - $P_e(t)$**, la machine ralentit ou continue à accélérer.

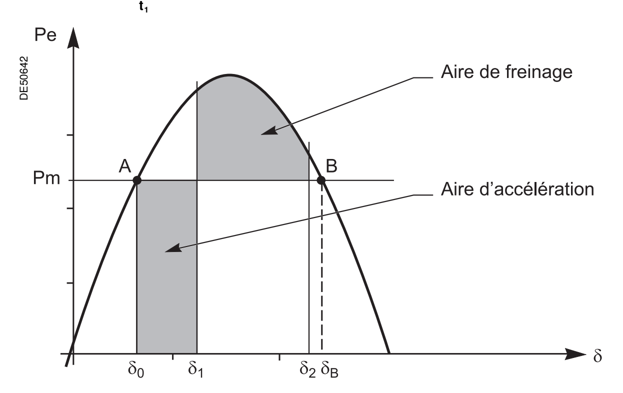
$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega d\omega = \frac{1}{J}\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))\, dt$$

Généralement, **$P_m - P_e(t) < 0$**. Cette condition n'est pas suffisante pour retrouver la stabilité.

■ élimination du défaut avec retour à la stabilité
la machine retrouve son fonctionnement d'avant le défaut s'il y a l'égalité des intégrales :

$$\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt = \int_{t_0}^{t_1} P_m dt .$$

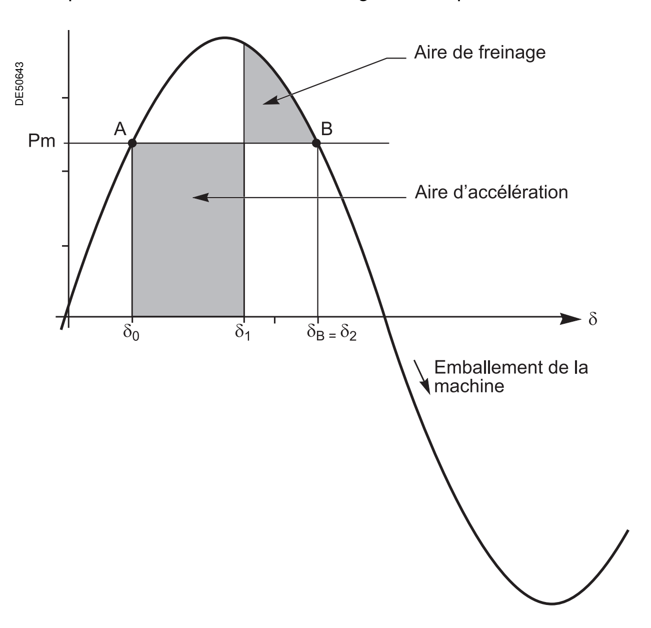
L'intégrale $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt$ est appelée l'aire de freinage.



■ élimination du défaut et perte du synchronisme
durant le freinage, la machine passe le point B et recommence à accélérer car au□delà de ce point, **Pm - Pe(t) > 0**.

L'aire de freinage $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt$ n'est pas suffisante.

La machine s'emballe et il y a perte de la stabilité. La machine se met à alterner entre des phases où elle fournit de l'énergie électrique et d'autres où elle en consomme.



Le fonctionnement présenté reste vrai pour d'autres machines que les turbo-alternateurs. Dans ce cas, la forme de P_e en fonction de l'angle interne est différente. Il en est de même quand la tension aux bornes de la machine ne chute pas à zéro, ou quand il y a une variation de charge suite à un délestage lors de l'élimination du défaut.
Le cas du moteur synchrone est identique à celui du générateur synchrone mais au lieu de fournir de l'énergie, il consomme de l'énergie. La tension du réseau est en avance sur la force électromotrice. Il faut alors inverser les relations précédentes.

Réenclencheur 1 à 4 cycles pour éliminer les défauts fugitifs ou semi-permanents sur les lignes aériennes.

Définition

Temporisation de dégagement
La temporisation de dégagement est lancée par un ordre de fermeture de l'appareil de coupure donné par le réenclencheur.
Si aucun défaut n'est détecté avant la fin de la temporisation de dégagement, le défaut initial est considéré comme éliminé.
Sinon, un nouveau cycle de réenclenchement est initié.
Cette temporisation doit être de durée supérieure à la plus longue des conditions d'activitation des cycles de réenclenchement.

Temporisation de verrouillage
La temporisation de verrouillage est lancée par un ordre de fermeture manuelle de l'appareil de coupure.
Le réenclencheur est inhibé pendant la durée de cette temporisation.
Si un défaut est détecté avant la fin de la temporisation de verrouillage, la protection activée commande le déclenchement de l'appareil de coupure sans lancer le réenclencheur.

Temporisation d'isolement
La temporisation d'isolement cycle n est lancée par l'ordre de déclenchement de l'appareil de coupure donné par le réenclencheur au cycle n.
L'appareil de coupure reste ouvert pendant la durée de cette temporisation.
A la fin de la temporisation d'isolement du cycle n débute le cycle n + 1, et le réenclencheur commande la fermeture de l'appareil de coupure.

3

Fonctionnement

Fonction d'automatisme permettant de limiter la durée d'interruption de service après un déclenchement dû à un défaut fugitif ou semi-permanent affectant une ligne aérienne. Le réenclencheur commande la refermeture automatique de l'appareil de coupure après une temporisation nécessaire à la reconstitution de l'isolement.
Le fonctionnement du réenclencheur est facilement adaptable à différents modes d'exploitation par paramétrage.

Initialisation du réenclencheur
Le réenclencheur est prêt à fonctionner si l'ensemble des conditions suivantes est réuni :
■ fonction "commande appareillage" en service et réenclencheur en service (non inhibé par l'entrée logique "inhibition réenclencheur")
■ disjoncteur fermé
■ la temporisation de verrouillage n'est pas en cours
■ pas de défaut lié à l'appareillage, tels que défaut circuit de déclenchement, défaut commande non exécutée, baisse pression SF6.

Déroulement des cycles
■ cas du défaut non éliminé :
Après déclenchement par une protection instantanée ou temporisée, la temporisation d'isolement associée au premier cycle actif est activée.
A la fin de cette temporisation, un ordre d'enclenchement est donné et la temporisation de dégagement est activée.
Si la protection détecte le défaut avant la fin de cette temporisation, un ordre de déclenchement est donné et le cycle de réenclenchement suivant est activé.
Après le déroulement de tous les cycles actifs et si le défaut persiste, un ordre de déclenchement définitif est donné, un message apparaît sur l'afficheur
■ cas du défaut éliminé :
Après un ordre de réenclenchement, si le défaut ne réapparaît pas à l'issue de la temporisation de dégagement, le réenclencheur se réinitialise et un message apparaît sur l'afficheur (cf. exemple 1)
■ fermeture sur défaut.
Si le disjoncteur est enclenché sur défaut, ou si le défaut apparaît avant la fin de la temporisation de verrouillage, le réenclencheur n'effectue pas de cycle de réenclenchement. Un message déclenchement définitif est émis.

Conditions d'inhibition du réenclencheur
Le réenclencheur est inhibé dans les conditions suivantes :
■ commande volontaire d'ouverture ou de fermeture
■ mise hors service du réenclencheur
■ réception d'un ordre de verrouillage sur l'entrée logique de verrouillage
■ apparition d'un défaut lié à l'appareillage, tels que défaut circuit de déclenchement, défaut commande non exécutée, baisse pression SF6
■ ouverture du disjoncteur par une protection qui ne lance pas des cycles de réenclenchement (par exemple protection de fréquence), par un déclenchement externe ou par une protection configurée inactive sur le réenclencheur.
Dans ce cas, un message de déclenchement définitif apparaît.

Prolongation de la temporisation d'isolement
Si pendant un cycle de réenclenchement, la refermeture du disjoncteur est impossible parce que le réarmement du disjoncteur n'est pas terminé (suite à une baisse de tension auxiliaire la durée de réarmement est plus longue), le temps d'isolement de ce cycle peut être prolongé jusqu'au moment où le disjoncteur est prêt à effectuer un cycle "Ouverture-Fermeture-Ouverture". Le temps maximal que l'on ajoute au temps d'isolement est réglable (Tattente_max). Si à la fin du temps maximale d'attente, le disjoncteur n'est toujours pas prêt, le réenclencheur se verrouille (cf. exemple 5).

Réenclencheur
Code ANSI 79

Caractéristiques

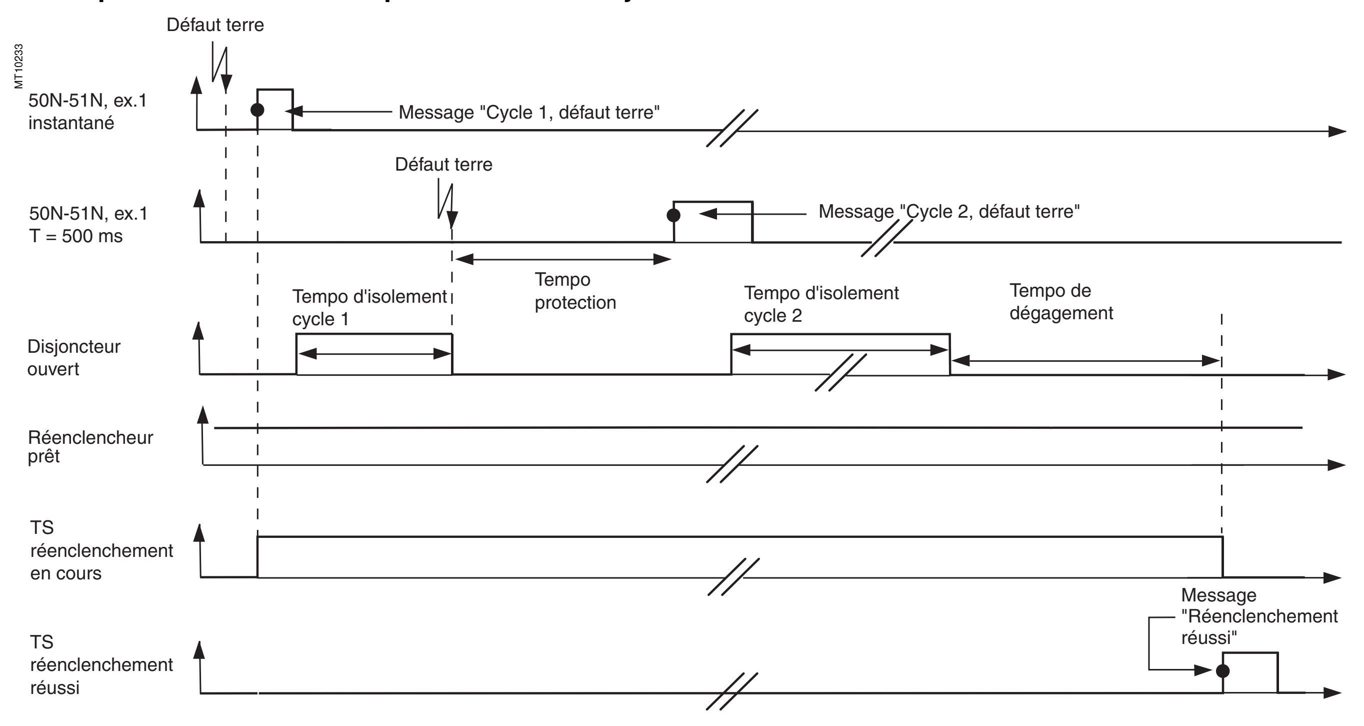
Réglages		
Nombre de cycles		
Plage de réglage		1 à 4
Activation du cycle 1		
Protection 50/51 exemplaires 1 à 4		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 50N/51N exemplaires 1 à 4		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 67 exemplaires 1 à 2		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 67N/67NC exemplaires 1 à 2		Instantanée/ temporisée/ inactif
Sortie équations logiques ou Logipam V_TRIPCB		Actif/inactif
Activation des cycles 2, 3 et 4		
Protection 50/51 exemplaires 1 à 4		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 50N/51N exemplaires 1 à 4		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 67 exemplaires 1 à 2		Instantanée/ temporisée/ inactif
Protection 67N/67NC exemplaires 1 à 2		Instantanée/ temporisée/ inactif
Sortie équations logiques ou Logipam V_TRIPCB		Actif/inactif
Temporisations		
Temporisation de dégagement		0,1 à 300 s
Temporisation d'isolement	Cycle 1	0,1 à 300 s
	Cycle 2	0,1 à 300 s
	Cycle 3	0,1 à 300 s
	Cycle 4	0,1 à 300 s
Temporisation de verrouillage		0 à 60 s
Prolongation temporisation d'isolement max.		0,1 à 60 s
Précision (1)		2 % ou ±25 ms
Résolution		10 ms

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Inhibition de la protection	P79_1_113	■	■

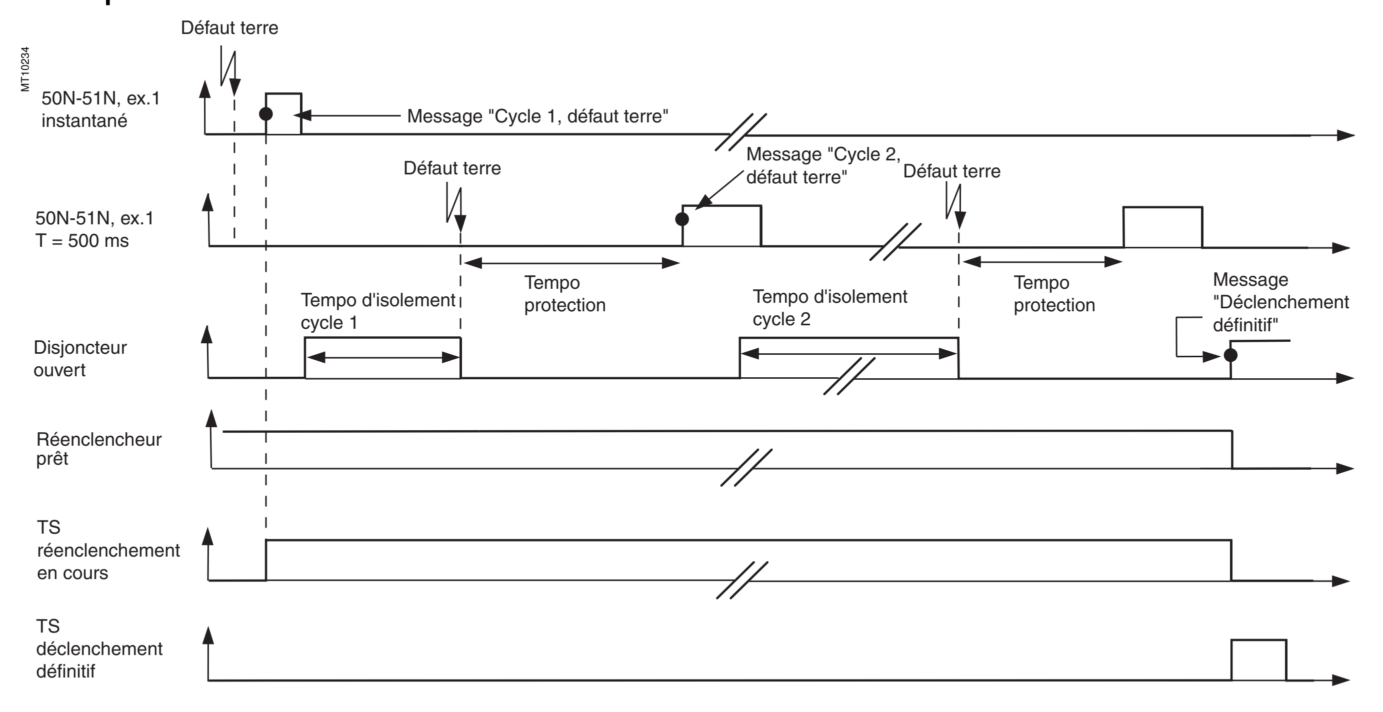
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Réenclencheur en service	P79 _1_201	■	■	■
Réenclencheur prêt	P79 _1_202	■	■	■
Réenclenchement réussi	P79 _1_203	■	■	■
Déclenchement définitif	P79 _1_204	■	■	■
Fermeture par réenclencheur	P79 _1_205	■	■	
Réenclenchement cycle 1	P79 _1_211	■	■	■
Réenclenchement cycle 2	P79 _1_212	■	■	■
Réenclenchement cycle 3	P79 _1_213	■	■	■
Réenclenchement cycle 4	P79 _1_214	■	■	■

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

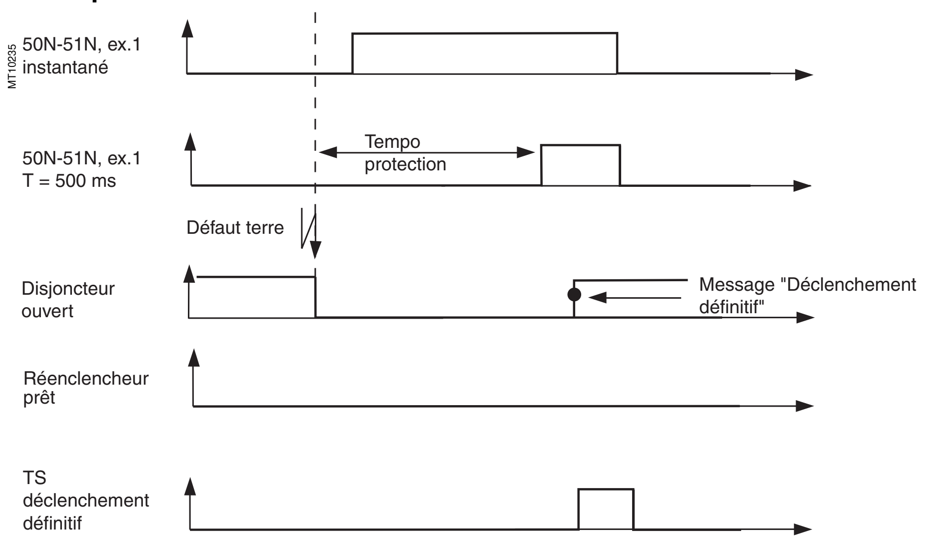
Exemple 1 : défaut éliminé après le deuxième cycle



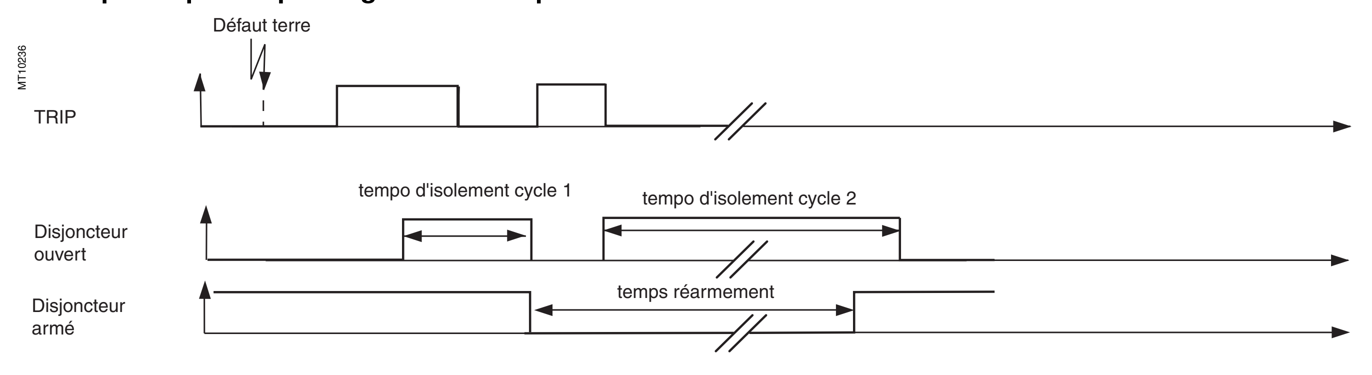
Exemple 2 : défaut non éliminé



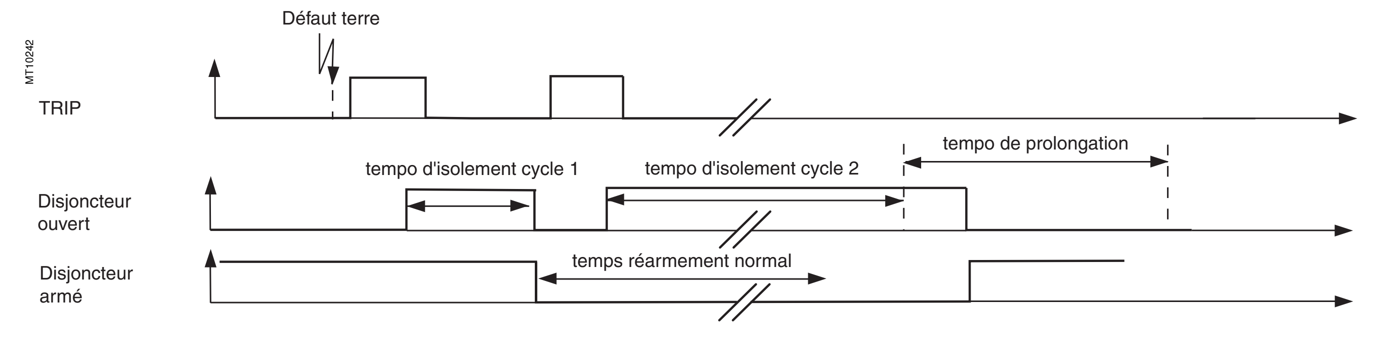
Exemple 3 : fermeture sur défaut



Exemple 4 : pas de prolongation du temps d'isolement



Exemple 5 : prolongation du temps d'isolement



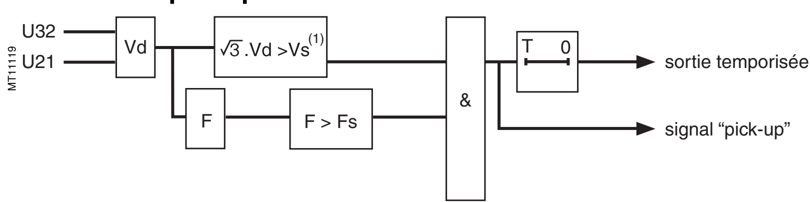
Maximum de fréquence
Code ANSI 81H

Détection de fréquence anormalement élevée.

Fonctionnement

Détection de fréquence anormalement élevée par rapport à la fréquence nominale, afin de contrôler la qualité de l'alimentation ou protéger un générateur contre les survitesses.
La fréquence est calculée sur la tension V1 ou U21 lorsque une seule tension est raccordée, sinon pour une plus grande stabilité elle est calculée sur la tension directe. Elle est comparée au seuil Fs.
Le fonctionnement de la protection est inhibé si la tension qui sert au calcul de la fréquence est inférieure au seuil réglable Vs.
La protection comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).

Schéma de principe



(1) Ou U21, ou √3.V1 > Vs si un seul TP.

Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')			
Seuil Fs				
Plage de réglage	50 à 55 Hz ou 60 à 65 Hz			
Précision (1)	±0,01 Hz			
Résolution	0,1			
Ecart de retour	0,25 Hz ±0,015 Hz			
Temporisation T				
Plage de réglage	100 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Réglages avancés				
Seuil Vs				
Plage de réglage	20 % Un à 50 % Un			
Précision (1)	2 %			
Résolution	1 %			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 90 ms de Fs -0,5 Hz à Fs +0,5 Hz			
Temps de dépassement	< 50 ms de Fs -0,5 Hz à Fs +0,5 Hz			
Temps de retour	< 55 ms de Fs +0,5 Hz à Fs -0,5 Hz			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P81H_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P81H_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P81H_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P81H_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P81H_x_16	■	■	

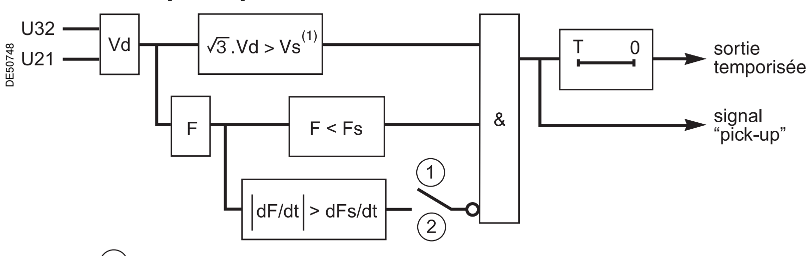
x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6) et df/dt < 3 Hz/s.*

Minimum de fréquence
Code ANSI 81L

Détection de fréquence anormalement basse, permet le délestage sur critère fréquencemétrique.

Fonctionnement
Détection de fréquence anormalement basse par rapport à la fréquence nominale, afin de contrôler la qualité de l'alimentation. Protection utilisée soit en déclenchement général, soit en délestage.
La fréquence est calculée sur la tension V1 ou U21 lorsque une seule tension est raccordée, sinon pour une plus grande stabilité elle est calculée sur la tension directe. Elle est comparée au seuil Fs.
Le fonctionnement de la protection est inhibé si la tension qui sert au calcul de la fréquence est inférieure au seuil réglable Vs.
La stabilité de la protection en présence de tension rémanente suite à une perte de l'alimentation principale est assurée par une retenue sur décroissance continue de la fréquence.
La protection comporte une temporisation T à temps indépendant (constant).

Schéma de principe



réglage : (1) sans retenue
(2) avec retenue

(1) Ou U21, ou √3.V1 > Vs si un seul TP.

Caractéristiques

Réglages				
Origine de la mesure				
Plage de réglage	Voies principales (U) / Voies supplémentaires (U')			
Seuil Fs				
Plage de réglage	40 à 50 Hz ou 50 à 60 Hz			
Précision (1)	±0,01 Hz			
Résolution	0,1			
Ecart de retour	0,25 Hz ±0,015 Hz			
Temporisation T				
Plage de réglage	100 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou ±25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Réglages avancés				
Seuil Vs				
Plage de réglage	20 % Un à 50 % Un			
Précision (1)	2 %			
Résolution	1 %			
Retenue sur variation de fréquence				
Réglage	Avec / sans			
Seuil dFs/dt	1 Hz/s à 15 Hz/s			
Précision (1)	±1 Hz/s			
Résolution	±1 Hz/s			
Temps caractéristiques				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 90 ms de Fs +0,5 Hz à Fs -0,5 Hz			
Temps de dépassement	< 50 ms de Fs +0,5 Hz à Fs -0,5 Hz			
Temps de retour	< 55 ms de Fs -0,5 Hz à Fs +0,5 Hz			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P81L_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P81L_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P81L_x_1	■	■	
Sortie temporisée	P81L_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P81L_x_16	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6) et df/dt < 3 Hz/s.

Dérivée de fréquence
Code ANSI 81R

Protection basée sur le calcul de la variation de la fréquence, utilisée pour réaliser un découplage rapide d'une source ou pour contrôler un délestage.

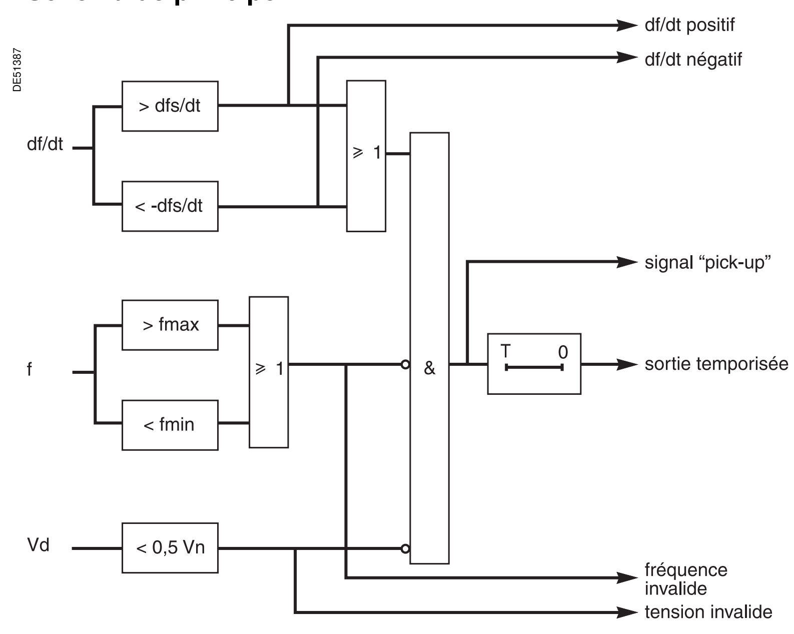
Fonctionnement

La protection à dérivée de fréquence est complémentaire aux protections à minimum et maximum de fréquence pour détecter les configurations de réseau nécessitant un délestage ou un découplage.

La fonction est activée si la dérivée de la fréquence df/dt de la tension directe est supérieure à un seuil. Elle comporte une temporisation à temps indépendant (constant).

Cette protection fonctionne si :
- la tension directe est supérieure à 50 % de la tension simple nominale
- la fréquence du réseau est comprise entre 42,2 Hz et 56,2 Hz pour un réseau 50 Hz et entre 51,3 Hz et 65 Hz pour un réseau 60 Hz.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Seuil dfs/dt				
Plage de réglage	0,1 à 10 Hz/s			
Précision (1)	±5 % ou ±0,1 Hz			
Résolution	0,01 Hz			
Pourcentage de dégagement	93 %			
Temporisation				
Plage de réglage	0,15 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou -10 à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temps caractéristiques (1)				
Temps de fonctionnement	Pick-up < 150 ms (typique 130 ms)			
Temps de dépassement	< 100 ms			
Temps de retour	< 100 ms			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Reset de la protection	P81R_x_101	■	■	
Inhibition de la protection	P81R_x_113	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie instantanée (Pick-up)	P81R_x_1	■	■	
Sortie déclenchement	P81R_x_3	■	■	■
Protection inhibée	P81R_x_16	■	■	
Tension invalide	P81R_x_42	■	■	
Fréquence invalide	P81R_x_43	■	■	
df/dt positif	P81R_x_44	■	■	
df/dt négatif	P81R_x_45	■	■	

x : numéro d'exemplaire.
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6) et df/dt < 3 Hz/s.*

Application découplage

Cette fonction équipe l'arrivée d'une installation comprenant un générateur pouvant fonctionner en parallèle avec le réseau de distribution.
Son rôle est de détecter la perte du réseau de distribution, donc du fonctionnement îloté du générateur. Si le transit avec le réseau avant l'îlotage n'était pas nul, la fréquence du générateur varie.
La protection à dérivée de fréquence détecte l'îlotage plus rapidement qu'une protection de fréquence classique.

D'autres perturbations comme les courts-circuits, les variations de charges ou les manœuvres peuvent provoquer une variation de fréquence. Le seuil bas peut être atteint de façon temporaire durant ces perturbations et une temporisation est nécessaire. Afin de conserver l'avantage de la rapidité de la protection à dérivée de fréquence comparée aux protections de fréquence classique, un second seuil plus élevé avec une temporisation courte peut être ajouté.

En réalité la variation de fréquence n'est pas constante. Souvent la variation de fréquence est maximum au début de la perturbation et décroît ensuite, ce qui rallonge le temps de déclenchement des protections de fréquence mais n'influence pas le temps de déclenchement de la protection à dérivée de fréquence.

Réglage du seuil bas

- Si des prescriptions du distributeur d'électricité existent, s'y conformer.
- En l'absence de prescriptions du distributeur d'électricité :
  - si la variation de fréquence maximum sur le réseau dans des conditions normales est connue, dfs/dt doit être réglé au dessus.
  - si aucune information sur le réseau n'est disponible, le réglage du seuil bas peut être établi à partir des données du générateur.

Une bonne approximation de la variation de la fréquence consécutive à une perte de la liaison avec le réseau principal qui s'accompagne d'une variation de charge ΔP est :

$$\frac{df}{dt} = \frac{\Delta P \times fn}{2 \times Sn \times H}$$

où Sn : puissance nominale
fn : fréquence nominale
H : constante d'inertie

Valeurs typiques de constante d'inertie en MWs/MVA :

- $0{,}5 \leqslant H \leqslant 1{,}5$ pour diesel et générateur de faible puissance ($\leqslant$ 2 MVA)
- $2 \leqslant H \leqslant 5$ pour turbine à gaz et générateur de puissance moyenne ($\leqslant$ 40 MVA)

$$H = \frac{J \times \Omega^2}{2 \times Sn}$$

où J : moment d'inertie
Ω : vitesse de la machine

Exemples

Puissance nominale	2 MVA	20 MVA
Constante d'inertie	0,5 MWs/MVA	2 MWs/MVA
Variation de puissance	0,1 MVA	1 MVA
df/dt	-2,5 Hz/s	-0,6 Hz/s

Réglage de la temporisation du seuil bas

Pour une bonne stabilité de la protection durant les courts-circuits ou les perturbations transitoires, la temporisation recommandée est de 300 ms ou plus.
Si un réenclencheur automatique est en service en amont de l'installation, la détection de l'îlotage et l'ouverture du disjoncteur de couplage doit intervenir durant le temps d'isolement du réenclencheur.

Réglage du seuil haut

Le second seuil peut être choisi de façon à ce que la courbe de déclenchement de la dérivée de fréquence reste en dessous de la courbe des protections à minimum et maximum de fréquence.
Si les protections de fréquence sont réglées à fn±0,5 Hz et si la temporisation du seuil bas de la dérivée de fréquence est T, le seuil haut pourrait être réglé à 0,5/T.

Réglage de la temporisation du seuil haut

Pas de recommandation particulière.

Recommandation de réglages en cas d'absence d'information

Réglages	Puissance du générateur	2 à 10 MVA	> 10 MVA
Seuil bas	dfs/dt	0,5 Hz/s	0,2 Hz/s
	T	500 ms	500 ms
Seuil haut	dfs/dt	2,5 Hz/s	1 Hz/s
	T	150 ms	150 ms

Dérivée de fréquence
Code ANSI 81R

Précaution d'emploi :
Au moment du couplage du générateur au réseau, des oscillations de puissance peuvent apparaître jusqu'à la parfaite synchronisation du générateur. La protection à dérivée de fréquence sera sensible à ce phénomène. Il est conseillé d'inhiber la protection durant quelques secondes après la fermeture du disjoncteur.

Application délestage
La protection à dérivée de fréquence peut être également utilisée pour le délestage en combinaison avec les protections à minimum de fréquence. Dans ce cas, elle équipe la protection jeu de barres de l'installation. Seules les dérivées négatives de fréquence sont à utiliser.

Deux principes sont disponibles :
- accélération du délestage :
La protection à dérivée de fréquence commande le délestage. Elle agit plus rapidement qu'une protection à minimum de fréquence et la grandeur mesurée (df/dt) est directement proportionnelle à la puissance à délester.
- inhibition du délestage :
Ce principe est inclus dans les protections de minimum de fréquence en activant la retenue de variation de fréquence et ne nécessite pas la mise en œuvre de la protection à dérivée de fréquence.

Protection des moteurs et des générateurs contre les courts-circuits entre phases.

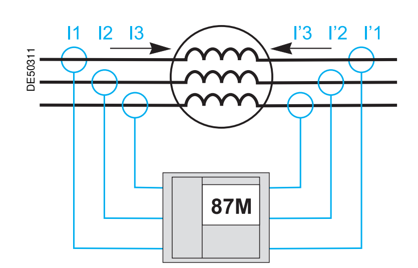
Fonctionnement

Protection contre les courts-circuits entre phases, basée sur la comparaison phase à phase des courants de part et d'autre des enroulements d'un générateur ou d'un moteur.
La protection est activée lorsque la différence de courant est supérieure au seuil défini par :

- une courbe à pourcentage
- une courbe différentielle seuil haut.

Des éléments de retenus garantissent la stabilité grâce à :

- la détection d'un défaut externe ou d'une phase de démarrage
- la détection d'une saturation des TC
- la détection rapide d'une perte TC
- la détection d'un enclenchement transformateur.



Différentielle à pourcentage
La caractéristique de déclenchement à pourcentage est obtenue en comparant le courant traversant au courant différentiel.
Suivant la convention de mesure des courants, représentée sur le schéma et respectant le câblage préconisé, les courants différentiels et traversants sont calculés par :

- courant différentiel :

$$Idx = \left|\vec{Ix} + \vec{I'x}\right| \quad \text{où } x = 1, 2, 3$$

- courant traversant :

$$Itx = \frac{\left|\vec{Ix} - \vec{I'x}\right|}{2} \quad \text{où } x = 1, 2, 3$$

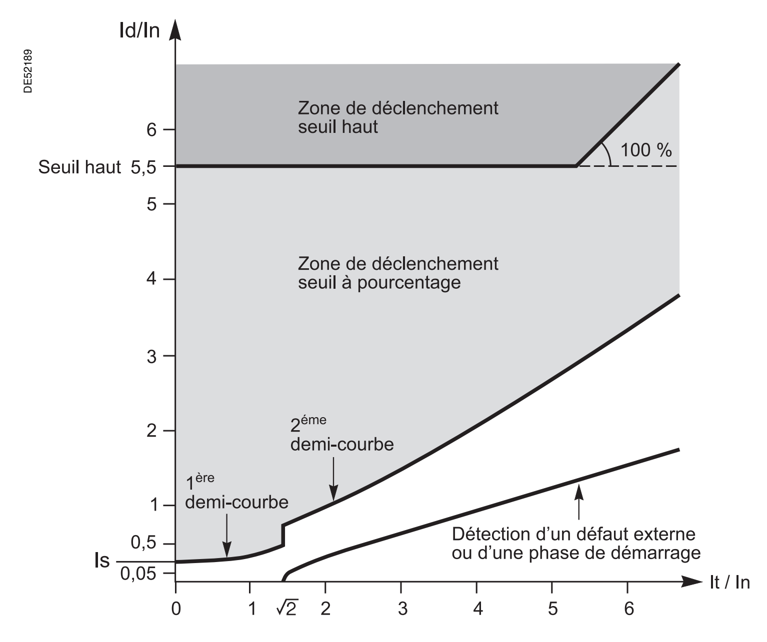
La caractéristique à pourcentage est composée de deux demi-courbes définies par les inégalités suivantes :

- 1re demi-courbe dépendant du seuil Is

$$Idx^2 - \frac{Itx^2}{32} > Is^2 \quad \text{où } 0 \leqslant Itx \leqslant \sqrt{2}In \text{ et } x = 1, 2, 3$$

- 2e demi-courbe

$$\frac{Idx^2}{8} - \frac{Itx^2}{32} > (0{,}05\ In)^2 \quad \text{où } \sqrt{2}In < Itx \text{ et } x = 1, 2, 3$$



Différentielle seuil haut
Pour éviter tout retard de la protection sur un défaut asymétrique important, une différentielle seuil haut, non soumise aux retenues est utilisée,
la caractéristique de ce seuil est la suivante :

$$Idx > 5{,}5\ In \text{ et } \frac{Idx}{Itx} > 1 \quad \text{où } x = 1, 2, 3$$

Différentielle machine
Code ANSI 87M

Eléments de retenue

■ Retenue sur défaut externe ou sur phase de démarrage.
Au démarrage ou sur un défaut externe, le courant traversant est très supérieur à 1,5 In. Tant que les TC ne saturent pas, le courant différentiel est faible. Cet état transitoire est détecté par la caractéristique suivante :

$$\frac{Idx^2}{2} - \frac{Itx^2}{32} < -(0{,}25In)^2 \quad \text{où } x = 1, 2, 3$$

Un défaut externe pouvant être suivi par un courant différentiel important sur une courte durée, un temps de retenue de 200 ms est prévu de manière à assurer la stabilité de la protection sur ce type de phénomène.

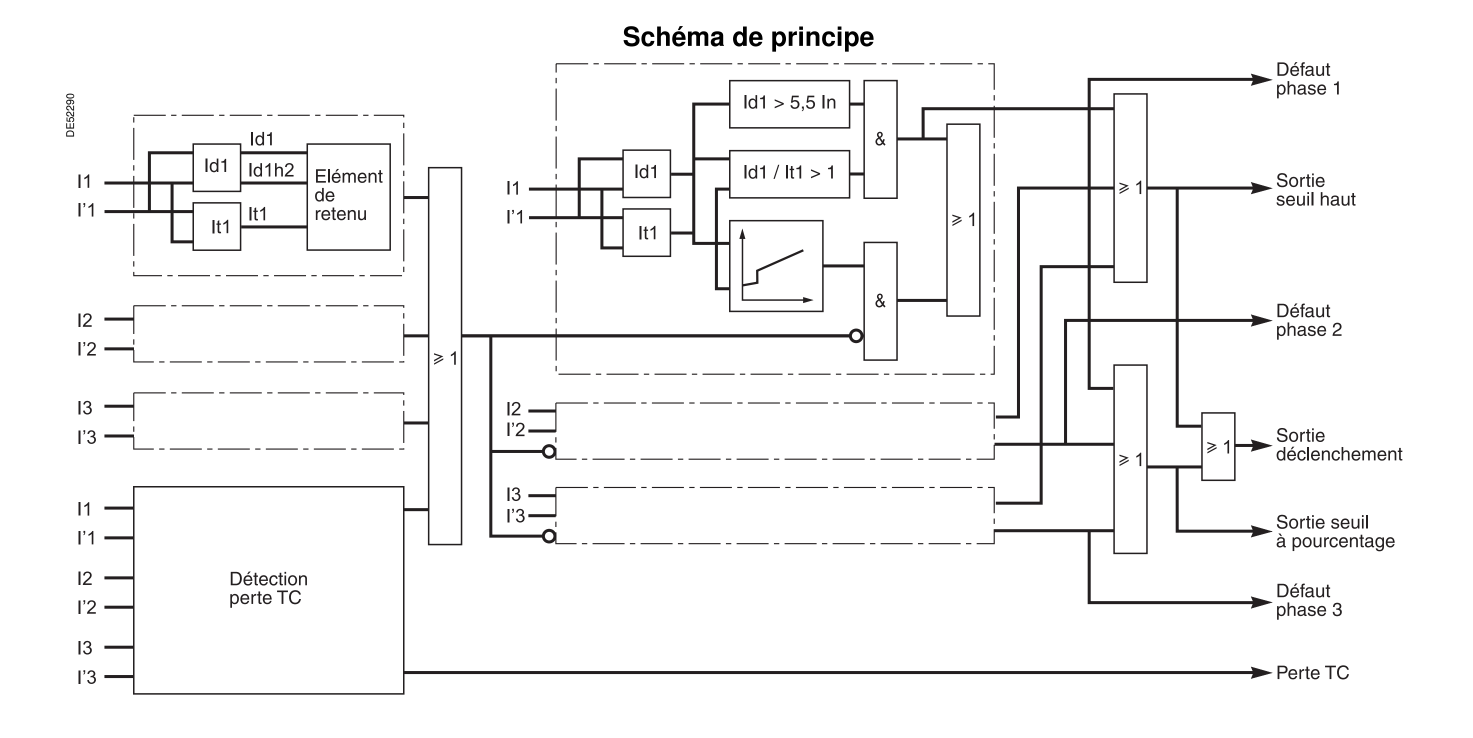
■ Retenue sur saturation des TC
Une saturation de TC peut faire apparaître un faux courant différentiel et faire déclencher intempestivement la protection. Cette retenue analyse l'asymétrie des signaux et retient le déclenchement en cas d'une saturation de TC.

■ Retenue sur perte TC
La perte d'un TC fait apparaître un faux courant différentiel pouvant faire déclencher intempestivement la protection. Cette retenue permet par une analyse des échantillons de détecter une mesure passant anormalement à 0.

■ Retenue sur enclenchement transformateur
Elle s'effectue en s'assurant que le taux d'harmonique 2 du courant différentiel est supérieur à 15 % :

$$\frac{Idxh2}{Idx} > 0{,}15 \quad \text{où } x = 1, 2, 3.$$

Schéma de principe



Dimensionnement des capteurs de courant

Les transformateurs de courant doivent être au choix :

- de type 5P20, avec une puissance de précision $VA_{CT} > Rw.in^2$
- ou définis par une tension de coude $Vk \geqslant (R_{CT} + Rw).20.in$.

Les formules s'appliquent aux transformateurs de courant phase placés de part et d'autre de la machine.
in est le courant nominal secondaire du transformateur de courant (TC).
R_{CT} est la résistance interne du TC.
Rw est la résistance de la filerie et de la charge du TC.
La plage de réglage du seuil Is dépend des valeurs nominales des capteurs de courant des voies principales I1, I2, I3 et supplémentaires I'1, I'2, I'3. La plage de réglage est l'intersection de [0,05In 0,5In] avec [0,05I'n 0,5I'n].
Lorsque les valeurs nominales sont identiques, la plage de réglage est optimale.
Lorsqu'il n'y a pas d'intersection, la fonction ne peut être mise en service.

Caractéristiques

Réglages	
Seuil Is	
Plage de réglage	max (0,05 In ; 0,05 I'n) ⩽ Is ⩽ max (0,5 In ; 0,5 I'n)
Précision (1)	±5 % Is ou ±0,4 % In
Résolution	1 A ou 1 digit
Pourcentage de dégagement	93,5 % ±5 %
Réglages avancés	
Activation de la retenue perte TC	
Plage de réglage	Activé / non activé
Temps caractéristiques	
Temps de fonctionnement	Temps de fonctionnement fonction du courant différentiel
Temps de dépassement	< 45 ms à 2 Is
Temps de retour	< 40 ms à 2 Is

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Reset de la protection	P87M_1_101	■	■
Inhibition de la protection	P87M_1_113	■	■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Sortie protection	P87M_1_3	■	■	■
Défaut phase 1	P87M_1_7	■	■	
Défaut phase 2	P87M _1_8	■	■	
Défaut phase 3	P87M _1_9	■	■	
Protection inhibée	P87M_1_16	■	■	
Seuil haut	P87M_1_33	■	■	
Seuil à pourcentage	P87M_1_34	■	■	
Perte TC	P87M_1_39	■	■	

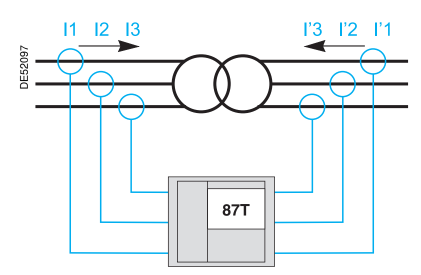
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Différentielle transformateur
Code ANSI 87T

Protection contre les courts-circuits entre phases des transformateurs et des groupes bloc (2 enroulements).

Fonctionnement

Cette protection protège la zone comprise entre les capteurs des courants principaux I1, I2, I3 d'une part et les capteurs des courants supplémentaires I'1, I'2, I'3 d'autre part.
Elle recale en amplitude et en phase les courants de chaque enroulement en fonction de l'indice horaire et de la puissance du transformateur ainsi que des valeurs de tension et de courant paramétrées.
Elle compare ensuite phase à phase les courants recalés.



Suivant la convention de mesure des courants, représentée sur le schéma et respectant le câblage préconisé, les courants différentiels Id et traversants It de chaque phase sont calculés à partir des courants recalés Irec et I'rec.

- Courant différentiel : $\mathbf{Idx} = \left|\vec{I}\mathbf{xrec} + \vec{I'}\mathbf{xrec}\right|$ où x = 1, 2 ou 3
- Courant traversant : $\mathbf{Itx} = \mathbf{max}\left(\left|\vec{I}\mathbf{xrec}\right|, \left|\vec{I'}\mathbf{xrec}\right|\right)$ où x = 1, 2 ou 3

La protection est excitée si le courant différentiel d'au moins une phase est supérieur au seuil de fonctionnement défini par :
- un seuil haut réglable de courant différentiel sans élément de retenue
- une caractéristique réglable à pourcentage à deux pentes
- un seuil bas réglable de courant différentiel.

La stabilité est garantie par les éléments de retenue suivants :
- une retenue harmonique auto-adaptative ou classique
- une retenue à l'enclenchement du transformateur
- une retenue sur perte TC.

Le seuil haut de déclenchement n'est pas retenu.

Schéma de principe

DE52025
Mode test (SFT2841)
Indice horaire = 0
Un1 In1 = Un2 In2
Mode test P87T_1_41
I1 I2 I3 I'1 I'2 I'3
Recalage en amplitude et en phase
Seuil haut phase 1
Id1 > Idmax
Seuil haut phase 2
Id2 > Idmax
Seuil haut phase 3
Id3 > Idmax
≥ 1
Seuil haut P87T_1_33
Différentielle à pourcentage
Retenue classique ou auto-adaptative
&
Phase 1
Phase 2
Phase 3
≥ 1
&
≥ 1
Sortie déclenchement P87T_1_3
Seuil à pourcentage P87T_1_34
I1 I2 I3 I'1 I'2 I'3
Retenue à l'enclenchement
Retenue enclenchement P87T_1_118
≥ 1
I1 I2 I3 I'1 I'2 I'3
Détection perte TC
Perte TC P87T_1_39

Définitions

Les termes enroulement 1 et enroulement 2 sont utilisés ainsi :

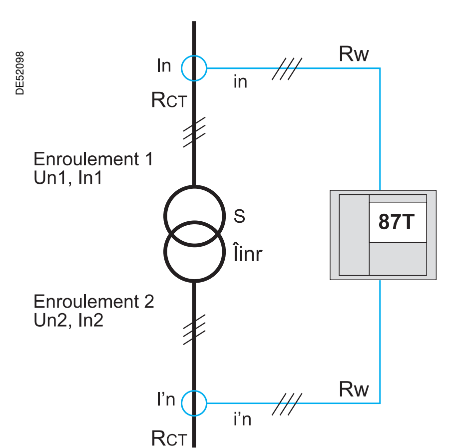
- enroulement 1 : correspond au circuit où sont raccordés les courants principaux I1, I2, I3 et la mesure de tension V1, V2, V3 ou U21, U32
- enroulement 2 : correspond au circuit où sont raccordés les courants supplémentaires I'1, I'2, I'3.

Les grandeurs électriques du transformateur sont à définir dans l'onglet "Caractéristiques particulières" du logiciel SFT2841 :

- tension enroulement 1 : Un1
- tension enroulement 2 : Un2
- indice horaire
- puissance nominale S du transformateur.

Pour aider à la mise en service, cet onglet rappelle :

- la valeur du courant nominal du transformateur pour les enroulements 1 et 2 : In1, In2
- la valeur du courant de base Ib de l'enroulement 1, qui est paramétrée dans l'onglet "Capteurs TC/TP"
- la valeur du courant de base I'b de l'enroulement 2, qui est calculée grâce au rapport de transformation.



Recalage

Principe

La comparaison directe des courants des enroulements 1 et 2 n'est pas possible, à cause du rapport de transformation et du déphasage introduits par le transformateur de puissance.
Sepam n'utilise pas de TC de recalage. Sepam utilise les données de puissance nominale et des tensions des enroulements pour calculer le rapport de transformation et ainsi recaler en amplitude les courants. L'indice horaire est utilisé pour recaler les courants en phase.

Recalage de l'enroulement 1

Le recalage de l'enroulement 1 est toujours le même quel que soit l'indice horaire du transformateur. Il consiste à supprimer la composante homopolaire des courants afin d'insensibiliser la protection aux défauts externes à la terre.

$$\vec{I}1rec = \frac{\vec{I}1}{In1} - \frac{\vec{I}1 + \vec{I}2 + \vec{I}3}{3In1}$$

$$\vec{I}2rec = \frac{\vec{I}2}{In1} - \frac{\vec{I}1 + \vec{I}2 + \vec{I}3}{3In1}$$

$$\vec{I}3rec = \frac{\vec{I}3}{In1} - \frac{\vec{I}1 + \vec{I}2 + \vec{I}3}{3In1}$$

Recalage de l'enroulement 2 et indice horaire

Le recalage de l'enroulement 2 est un recalage en amplitude et en phase qui tient compte de l'indice horaire du transformateur.
La norme CEI 60076-1 suppose que l'indice horaire est donné pour un transformateur connecté à une source dont l'ordre de rotation des phases est 123.
Sepam utilise cette valeur d'indice horaire que le réseau soit de type 123 ou 132.
Il n'est donc pas nécessaire de complémenter cet indice à 12 pour un réseau de type 132.
Quand les connections des capteurs de courant sont correctes, la mesure faite par Sepam du déphasage entre les courants de l'enroulement 1 et de l'enroulement 2, après division par 30°, est le réglage d'indice horaire qui doit être fait.
Le tableau page suivante donne les diagrammes vectoriels et les formules de recalage en fonction de l'indice horaire du transformateur pour des réseaux dont la rotation des phases est de type 123.

Notations

S : puissance assignée du transformateur HT/BT
Un1 : tension assignée côté enroulement 1
Un2 : tension assignée côté enroulement 2
In1 : courant assigné côté enroulement 1
In2 : courant assigné côté enroulement 2
In : courant primaire assigné des TC côté enroulement 1
I'n : courant primaire assigné des TC côté enroulement 2
in : courant secondaire assigné des TC côté enroulement 1
i'n : courant secondaire assigné des TC côté enroulement 2
VA_{CT} : puissance de précision du transformateur de courant
Rw : résistance de charge du transformateur de courant (filerie comprise)
R_{CT} : résistance secondaire du transformateur de courant
FLP : facteur limite de précision du transformateur de courant
Vk : tension de coude du transformateur de courant

Calcul des courants recalés de l'enroulement 2

Indice horaire	Enroulement 1	Enroulement 2	Recalage
0	I1 I3 I2 DE52028	I'1 I'3 I'2 DE52029	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}1}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}2}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}3}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
1	I1 I3 I2 DE52028	I'1 I'3 I'2 DE52030	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$
2	I1 I3 I2 DE52028	I'3 I'1 I'2 DE52031	$\vec{I'}1rec = -\frac{\vec{I'}2}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = -\frac{\vec{I'}3}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = -\frac{\vec{I'}1}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
3	I1 I3 I2 DE52028	I'3 I'1 I'2 DE52032	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$
4	I1 I3 I2 DE52028	I'3 I'2 I'1 DE52033	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}3}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}1}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}2}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
5	I1 I3 I2 DE52028	I'3 I'2 I'1 DE52034	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$
6	I1 I3 I2 DE52028	I'2 I'3 I'1 DE52035	$\vec{I'}1rec = -\frac{\vec{I'}1}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = -\frac{\vec{I'}2}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = -\frac{\vec{I'}3}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
7	I1 I3 I2 DE52028	I'2 I'3 I'1 DE52036	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$
8	I1 I3 I2 DE52028	I'2 I'1 I'3 DE52037	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}2}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}3}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}1}{In2} - \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
9	I1 I3 I2 DE52028	I'2 I'1 I'3 DE52038	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$
10	I1 I3 I2 DE52028	I'1 I'2 I'3 DE52039	$\vec{I'}1rec = -\frac{\vec{I'}3}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}2rec = -\frac{\vec{I'}1}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$ $\vec{I'}3rec = -\frac{\vec{I'}2}{In2} + \frac{\vec{I'}1+\vec{I'}2+\vec{I'}3}{3In2}$
11	I1 I3 I2 DE52028	I'1 I'2 I'3 DE52040	$\vec{I'}1rec = \frac{\vec{I'}1-\vec{I'}3}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}2rec = \frac{\vec{I'}2-\vec{I'}1}{\sqrt{3}\,In2}$ $\vec{I'}3rec = \frac{\vec{I'}3-\vec{I'}2}{\sqrt{3}\,In2}$

Mode test

Deux modes opératoires sont disponibles pour faciliter les opérations de maintenance et de mise en œuvre :

- mode normal : la protection commande les sorties de déclenchement et de signalisation, en fonction de ses réglages. C'est le mode opératoire usuel
- mode test : la protection commande les sorties de déclenchement et de signalisation, avec les réglages du mode test.

Ce mode est accessible uniquement à partir du logiciel SFT2841, en mode connecté et après saisie du mot de passe Réglage.
La déconnexion du logiciel entraîne le retour en mode normal.
Le passage du mode normal en mode test peut provoquer un déclenchement intempestif si le transformateur est en service.

Les réglages associés au mode test sont :

- $Un1 = \frac{S}{In \times \sqrt{3}}$
- $Un2 = \frac{S}{I'n \times \sqrt{3}}$
- indice horaire = 0.

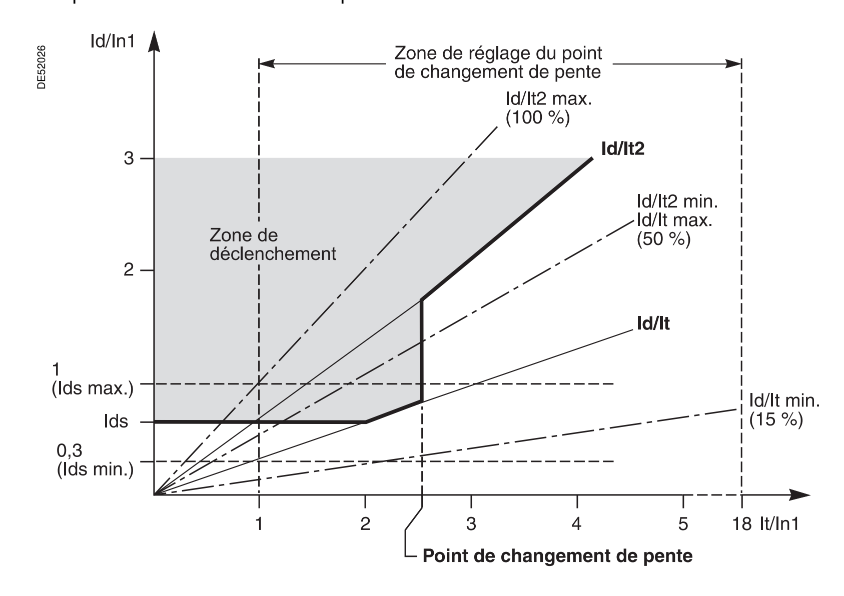
Seuil haut

Un seuil de courant différentiel, non retenu, garantit un déclenchement rapide pour les forts courants de défaut. Ce seuil est à paramétrer au-dessus du courant d'enclenchement.

Courbe à pourcentage

La courbe à pourcentage est composée de plusieurs segments définis par :
- un seuil bas (Ids)
- 2 droites passant par l'origine et de pentes réglables (Id/It et Id/It2)
- le point de changement de pente.

Elle est à régler de manière à se prémunir des erreurs de mesure des capteurs de courant, des erreurs de transformation dues au régleur en charge et à insensibiliser la protection à la dérivation de puissance dans le cas d'un enroulement auxiliaire.



Retenue auto-adaptative

La retenue auto-adaptative est particulièrement adaptée aux transformateurs pour lesquels le courant d'enclenchement crête en A est inférieur à 8In1 ou à 8In2, selon l'enroulement par lequel le transformateur est enclenché.

Cette retenue à base de réseau de neurones assure la stabilité sur défaut externe en analysant les taux d'harmoniques 2 et 5, les courants différentiels et les courants traversants.
Elle garantit la stabilité :
- lors de l'enclenchement du transformateur
- lors d'un défaut asymétrique extérieur à la zone et provoquant la saturation des capteurs de courant
- lors de l'exploitation du transformateur alimenté par une tension excessive (surfluxage).

En présence d'harmoniques et en fonction des courants traversants et différentiels, elle augmente automatiquement le seuil bas et les pentes à pourcentage.
Elle est aussi plus sensible que le seuil haut. Il n'est donc pas utile d'utiliser le seuil haut lorsqu'elle est active. D'autre part, elle intègre la pente de stabilisation sur fort courant traversant pouvant faire saturer les capteurs de courant, il n'est donc pas nécessaire d'activer la pente Id/It2.

Retenue classique

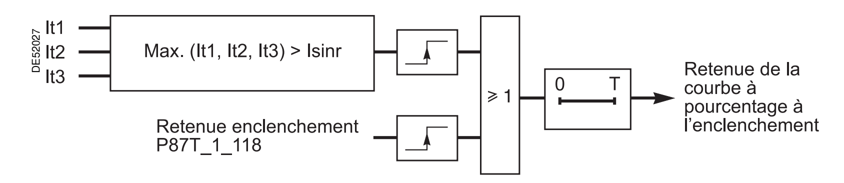
La retenue classique est composée d'un seuil d'harmonique 2 par phase et d'un seuil d'harmonique 5 par phase.
Le seuil d'harmonique 2 garantit la stabilité de la protection à l'enclenchement du transformateur ainsi qu'à la saturation des capteurs de courant. La retenue peut être globale, c'est-à-dire que dès que le taux d'une phase dépasse le seuil, les trois phases sont retenues, ou ne retenir que la phase ayant un taux dépassant le seuil. Dans une utilisation triphasée du transformateur, la retenue globale est recommandée.
Le seuil d'harmonique 5 garantit la stabilité de la protection lorsque le transformateur est alimenté par une tension excessive. La retenue peut être globale aux trois phases ou ne retenir que la phase ayant un taux dépassant le seuil. Dans son utilisation habituelle, la retenue par phase est recommandée.

Retenue à l'enclenchement

Dans certains cas, les taux harmoniques du courant d'enclenchement transformateur ne sont pas suffisants pour faire fonctionner les retenues harmoniques. Une retenue supplémentaire peut être activée :

- lorsque le courant traversant dépasse un seuil réglable Isinr
- ou par une variable interne P87T_1_118, commandée par équations logiques ou Logipam.

Cette retenue s'applique aux éléments différentiels à pourcentage pendant la temporisation T réglable. Elle ne s'applique pas au seuil haut.

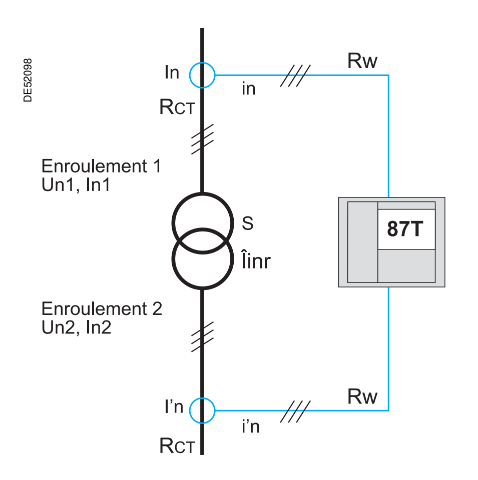


Retenue sur perte TC

La perte d'un TC fait apparaître un faux courant différentiel pouvant faire déclencher intempestivement la protection. Cette retenue permet, par une analyse des échantillons des courants différentiels et traversants, de détecter une mesure passant anormalement à zéro.

Dimensionnement des capteurs de courant phase

Les TC sont dimensionnés à partir du courant d'enclenchement du transformateur qui diffère selon l'enroulement par lequel le transformateur est enclenché.



Calcul des courants d'enclenchement

- Enclenchement par l'enroulement 1 :
  - Courant d'enclenchement en fonction du courant assigné du transformateur :

$$\hat{i}inr = \frac{\text{courant enclenchement crête en A}}{In1.\sqrt{2}}$$

  - Courant d'enclenchement en fonction du courant assigné du TC :

$$\hat{i}inr/TC = \frac{\text{courant enclenchement crête en A}}{In.\sqrt{2}}$$

- Enclenchement par l'enroulement 2 :
  - Courant d'enclenchement en fonction du courant assigné du transformateur :

$$\hat{i}inr = \frac{\text{courant enclenchement crête en A}}{In2.\sqrt{2}}$$

  - Courant d'enclenchement en fonction du courant assigné du TC :

$$\hat{i}inr/TC = \frac{\text{courant enclenchement crête en A}}{I'n.\sqrt{2}}$$

Courants primaires assignés des TC
Le courant primaire assigné des transformateurs de courant doit respecter la règle suivante :

- côté enroulement 1 : $0{,}1 \times \frac{S}{Un1 \times \sqrt{3}} \leq In \leq 2,5 \times \frac{S}{Un1 \times \sqrt{3}}$
- côté enroulement 2 : $0{,}1 \times \frac{S}{Un2 \times \sqrt{3}} \leq I'n \leq 2,5 \times \frac{S}{Un2 \times \sqrt{3}}$

Autres caractéristiques des TC côté enclenché du transformateur

- Cas 1 : $\hat{i}inr / TC < 6,7$

Les transformateurs de courant doivent être au choix :

- soit de type 5P20 avec une puissance de précision $VA_{CT} \geq Rw \cdot in^2$
- soit définis par une tension de coude $Vk \geq (R_{CT} + Rw).(20.in)$

- Cas 2 : $\hat{i}inr / TC \geq 6,7$

Les transformateurs de courant doivent être au choix :

- soit de type 5P avec une puissance de précision $VA_{CT} \geq Rw \cdot in^2$

et un facteur limite de précision $FLP \geq 3 \cdot \hat{i}inr / TC$

- soit définis par une tension de coude $Vk \geq (R_{CT} + Rw) \cdot 3 \cdot \hat{i}inr / TC \cdot in$

Autres caractéristiques des TC côté non enclenché du transformateur
Les transformateurs de courant doivent être au choix :

- soit de type 5P20 avec une puissance de précision $VA_{CT} \geq Rw.in^2$
- soit définis par une tension de coude $Vk \geq (R_{CT} + Rw).20.in$

Réglage du seuil bas Ids

b : excursion maximale du régleur en charge [en **%** de **Un**]
α : erreur composée au courant limite de précision des capteurs de courant côté HT [en **%** de **In**]
β : erreur composée au courant limite de précision des capteurs de courant côté BT [en **%** de **I'n**]

En se référant à la norme CEI 60044-1, l'erreur composée au courant limite de précision est de **5 %** pour des TC de type 5P. Pour les TC spécifiés selon la classe Px, on considérera que l'erreur maximale est égale à **5 %**.

Le seuil minimum pour Ids s'obtient en ajoutant les erreurs suivantes :

- de la mesure : $100 \times \left[\frac{(100 + \beta)}{100} - \frac{(100 - \alpha)}{(100 + b)}\right]$
- du relais : **2 %**

Exemple : Transformateur équipé d'un régleur en charge de -10 %/+15 %.
En prenant des TC de type 5P, l'erreur sur le courant est de :
$100 \times (105 / 100 - 95 / 115) + 2 = 24{,}4\ \%$

Le seuil bas Ids sera donc réglé à la valeur minimale de **30 %**.

3

Réglage de la première pente Id/It

b : excursion maximale du régleur en charge [en % de Un]
α : erreur composée au courant limite de précision des capteurs de courant côté HT [en **%** de **In**]
β : erreur composée au courant limite de précision des capteurs de courant côté BT [en **%** de **I'n**]

En se référant à la norme CEI 60044-1, l'erreur composée au courant limite de précision est de **5 %** pour des TC de type 5P. Pour les TC spécifiés selon la classe Px, on considérera que l'erreur maximale est égale à **5 %**.

La pente minimale pour **Id/It** s'obtient en ajoutant les erreurs suivantes :

- mesure : $100 \times \left[1 - \frac{(100-\alpha).100}{(100+b).(100+\beta)}\right]$
- relais : **2 %**
- marge de sécurité : **5 %**

Exemple : Transformateur équipé d'un régleur en charge de **-10 %/+15 %**.
En prenant des TC de type 5P, l'erreur sur la pente est de :

$$100 \times (1 - 100 \times 95/115/105) + 2 + 5 = 28{,}3\ \%$$

La première pente **Id/It** sera donc réglée à **28 %**.

Réglage du seuil de retenue à l'harmonique 2

Pour garantir une bonne stabilité de la protection différentielle à l'enclenchement d'un transformateur, nous préconisons de régler le **seuil de la retenue à l'harmonique 2 à 20 %, avec la retenue globale.**

Réglage du seuil de retenue à l'harmonique 5

Pour assurer la stabilité de la protection en cas d'élévation anormale de la tension ou de baisse de la fréquence du réseau, nous préconisons de régler le **seuil de retenue à l'harmonique 5 à 35 %, avec la retenue par phase.**

Réglage du seuil haut Idmax

Le seuil Idmax s'applique sur le courant différentiel, non retenu. Il garantit un déclenchement rapide de la protection 87T,
Le seuil **Idmax** est réglé de la manière suivante : $Idmax \geq \hat{i}inr$

Réglage de la deuxième pente Id/It2 et du point de changement de pente

La seconde pente de la caractéristique à pourcentage assure la stabilité de la protection en cas de défaut externe entraînant une saturation des capteurs de courant.

- Le point de changement de pente est réglé en fonction de la valeur de la première pente **Id/It** et du courant d'enclenchement du transformateur.

Point de changement de pente $\leq 2 + \frac{3}{4}(\hat{i}inr)^{4/3} . \frac{(Id/It)}{100}$

- La deuxième pente a pour valeur :

$Id/It2 \geq 100 - 3{,}75 \cdot \hat{i}inr$ en **%** , avec un minimum à **75 %**.

Réglage de la retenue à l'enclenchement

Elle est inactive par défaut. Elle ne doit être utilisée que dans des cas exceptionnels, où le taux d'harmonique 2 est faible à l'enclenchement.
La décision de mettre cette retenue en service retarde le déclenchement de la protection 87T de la valeur de la temporisation choisie, lors d'un enclenchement sur défaut interne préexistant.

Différentielle transformateur
Code ANSI 87T

Caractéristiques

Réglages		
Seuil bas Ids		
Plage de réglage		30 % à 100 % de In1
Précision (1)		±2 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 %
Caractéristique à pourcentage Id/It		
Plage de réglage		15 % à 50 %
Précision (1)		±2 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 %
Caractéristique à pourcentage Id/It2		
Plage de réglage		Sans, 50 % à 100 %
Précision (1)		±2 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 %
Point de changement de pente		
Plage de réglage		Sans, In1 à 18 In1
Précision (1)		±5 %
Résolution		0,1 In1
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 %
Mode test		
Plage de réglage		Active / Inactive
Réglages avancés		
Choix de la retenue		Classique / Auto-adaptative
Retenue sur perte TC		
Plage de réglage		Active / Inactive
Retenue à l'enclenchement		
Plage de réglage		Active / Inactive
Seuil de courant Isinr	Plage de réglage	1 % à 10 %
	Précision (1)	±5 %
	Résolution	1 %
	Pourcentage de dégagement	90 % ±5 % ou 0,5 % In1
Temporisation	Plage de réglage	0 à 300 s
	Précision (1)	±2 % ou -10 ms à +25 ms
	Résolution	10 ms
Seuil haut Idmax		
Plage de réglage	Retenue classique	3 à 18 In1
	Retenue auto-adaptative	Sans, 3 à 18 In1
Précision (1)		±2 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		93,5 % ±5 %
Seuil de taux d'harmonique 2 pour retenue classique		
Plage de réglage		Sans, 5 à 40 %
Précision (1)		±5 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		90 % ±5 %
Retenue harmonique 2 pour retenue classique		
Plage de réglage		Par phase / Global
Seuil de taux d'harmonique 5 pour retenue classique		
Plage de réglage		Sans, 5 à 40 %
Précision (1)		±5 %
Résolution		1 %
Pourcentage de dégagement		90 % ±5 %
Retenue harmonique 5 pour retenue classique		
Plage de réglage		Par phase / Global
Temps caractéristiques		
Temps de fonctionnement seuil haut		< 45 ms à 2 Id
Temps de fonctionnement courbe à pourcentage		< 45 ms à 2 Id
Temps de retour		< 45 ms à 2 Id

Entrées

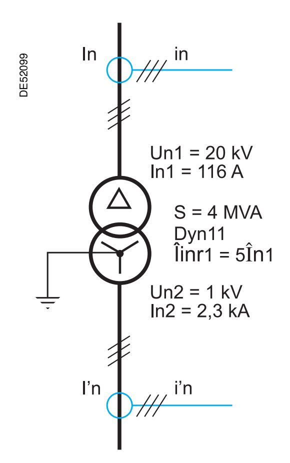
Libellé	Syntaxe	Équations	Logipam
Reset de la protection	P87T_1_101	■	■
Inhibition de la protection	P87T_1_113	■	■
Retenue à l'enclenchement	P87T_1_118	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Équations	Logipam	Matrice
Sortie protection	P87T_1_3	■	■	■
Protection inhibée	P87T_1_16	■	■	-
Seuil haut	P87T_1_33	■	■	-
Seuil à pourcentage	P87T_1_34	■	■	-
Perte TC	P87T_1_39	■	■	-
Mode test	P87T_1_41	■	■	-

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Différentielle transformateur
Code ANSI 87T



Exemple 1

- Le transformateur est enclenché du côté enroulement 1.
- Le courant d'enclenchement est **820 A**.
- Ce transformateur ne dispose pas de régleur en charge, ni d'enroulement auxiliaire.

Choix de capteurs
Les courants assignés des enroulements sont :

$$In1 = \frac{4MVA}{\sqrt{3} \cdot 20kV} = 115{,}5\ A \quad et \quad In2 = \frac{4MVA}{\sqrt{3} \cdot 1kV} = 2310A$$

Le courant assigné des capteurs est choisi aux valeurs normalisées supérieures les plus proches :
In = 150 A et **I'n = 3000 A**

Courant d'enclenchement :

$$\hat{i}inr = \frac{820}{115{,}5.\sqrt{2}} = 5$$: en fonction du courant assigné du tranformateur

$$\hat{i}inr/TC = \frac{820}{150.\sqrt{2}} = 3{,}9$$: en fonction du courant assigné du TC

- Côté enroulement 1, $\hat{i}inr/TC < 6{,}7$: des transformateurs de courant de type 5P20 conviennent.
- Côté enroulement 2, le transformateur n'est pas enclenché : des transformateurs de courant de type 5P20 conviennent également.

En résumé, les capteurs choisis sont :
- côté enroulement 1 : **150A / 1A** , 5P20
- côté enroulement 2 : **3000A / 1A** , 5P20

Réglage seuil bas Ids
Excursion maximale du régleur en charge : **b = 0** (pas de régleur)
Erreur des TC, enroulement 1 : α **= 5 %**
Erreur des TC, enroulement 2 : β **= 5 %**

Erreur de la mesure : $100 \times \left[\frac{(100+\beta)}{100} - \frac{(100-\alpha)}{(100+b)}\right] = 10\ \%$

Erreur du relais : **2 %**
Erreur totale = **12 %**

On réglera Ids à sa valeur minimale de **30 %**.

Réglage de la première pente Id/It

Erreur de la mesure : $100 \times \left[1 - \frac{(100-\alpha).100}{(100+b).(100+\beta)}\right] = 9{,}5\ \%$

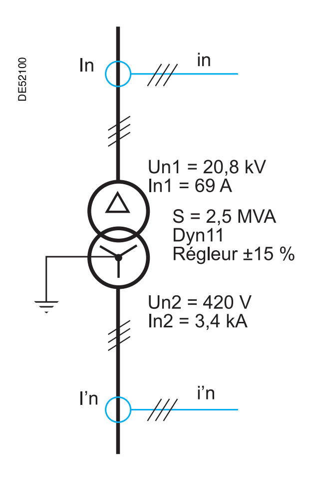
Erreur du relais : **2 %**
Marge de sécurité : **5 %**
Erreur totale : **16,5 %**

On réglera Id/It à la valeur de **17 %**.

Choix de la retenue $\hat{i}inr < 8$, la retenue auto-adaptative est choisie.

Ainsi la seconde pente de la courbe à pourcentage, et le seuil haut ne sont pas nécessaires.

Différentielle transformateur
Code ANSI 87T



Exemple 2

- Le transformateur est enclenché du côté enroulement 1.
- Le courant d'enclenchement est **942 A**.

Choix de capteurs

Les courants assignés des enroulements sont :

$$\mathbf{In1} = \frac{\mathbf{2{,}5\ MVA}}{\sqrt{3}\cdot \mathbf{20{,}8\ kV}} = \mathbf{69{,}4\ A} \text{ et } \mathbf{In2} = \frac{\mathbf{2{,}5\ MVA}}{\sqrt{3}\cdot \mathbf{0{,}42\ kV}} = \mathbf{3440\ A}$$

Le courant assigné des capteurs est choisi aux valeurs normalisées supérieures les plus proches : **In = 100 A** et **I'n = 3500 A**

Courant d'enclenchement :

$$\hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr} = \frac{942}{69,4.\sqrt{2}} = \mathbf{9{,}6}$$: en fonction du courant assigné du tranformateur

$$\hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr/TC} = \frac{942}{100.\sqrt{2}} = \mathbf{6{,}66}$$: en fonction du courant assigné du TC

- Côté enroulement 1, $\hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr/TC} < \mathbf{6{,}7}$: des transformateurs de courant de type 5P20 conviennent.
- Côté enroulement 2, le transformateur n'est pas enclenché : des transformateurs de courant de type 5P20 conviennent également.

Réglage seuil bas Ids

Excursion maximale du régleur en charge : **b = 15 %**
Erreur des TC, enroulement 1 : α **= 5 %**
Erreur des TC, enroulement 2 : β **= 5 %**

$$\text{Erreur de la mesure : } \mathbf{100} \times \left[\frac{(\mathbf{100}+\beta)}{\mathbf{100}} - \frac{(\mathbf{100}-\alpha)}{(\mathbf{100}+b)}\right] = \mathbf{22{,}4\ \%}$$

Erreur du relais : **2 %**
Erreur totale = **24.4 %**

On réglera Ids à sa valeur minimale de **30 %**.

Réglage de la première pente Id/It

$$\text{Erreur de la mesure : } \mathbf{100} \times \left[\mathbf{1} - \frac{(\mathbf{100}-\alpha).\mathbf{100}}{(\mathbf{100}+b).(\mathbf{100}+\beta)}\right] = \mathbf{21{,}3\ \%}$$

Erreur du relais : **2 %**
Marge de sécurité : **5 %**
Erreur totale : **28,3 %**

On réglera **Id/It** à la valeur de **29 %**.

$\hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr} > \mathbf{8}$, la retenue classique est choisie.

Réglage point de changement de pente

$$\text{Point de changement de pente } = \mathbf{2} + \frac{\mathbf{3}}{\mathbf{4}}(\hat{\text{i}}\text{inr})^{\mathbf{4/3}}.\frac{(\mathbf{Id/It})}{\mathbf{100}}$$

$$= \mathbf{6{,}4\ In1}$$

Réglage de la deuxième pente

$$\mathbf{100} - (\mathbf{3{,}75}\cdot \hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr}) = \mathbf{64\ \%}$$

On choisit la valeur minimum conseillée: **Id/It2 = 75 %**

Réglage du seuil haut Idmax

$$\mathbf{Idmax} = \hat{\mathbf{i}}\mathbf{inr} = \mathbf{9{,}6\ In1}$$

Réglage des retenues sur harmoniques

- Seuil **H2 = 20 %** , avec retenue globale
- Seuil **H5 = 35 %**, avec retenue par phase

3

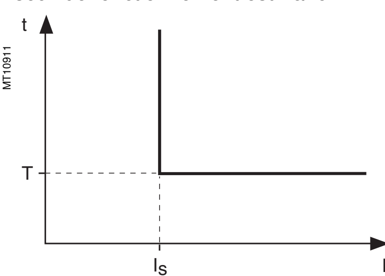
Généralités
Courbes de déclenchement

Présentation du fonctionnement et du réglage des courbes de déclenchement des fonctions de protection :
- *à temps indépendant*
- *à temps dépendant*
- *avec temps de maintien.*

3

Protection à temps indépendant

Le temps de déclenchement est constant. La temporisation est initialisée dès que le seuil de fonctionnement est franchi.



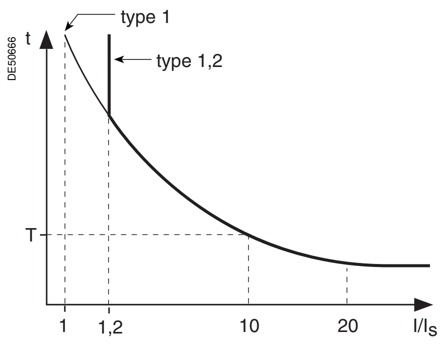
Principe de la protection à temps indépendant.

Protection à temps dépendant

Le temps de fonctionnement dépend de la grandeur protégée (le courant phase, le courant terre, …) conformément aux normes CEI 60255-3, BS 142, IEEE C□37112.
Le fonctionnement est représenté par une courbe caractéristique, par exemple :
- courbe t = f(I) pour la fonction **maximum de courant phase**
- courbe t = f(I0) pour la fonction **maximum de courant terre**.

La suite du document est basée sur t = f(I) ; le raisonnement peut être étendu à d'autres variables I0, …
Cette courbe est définie par :
- son type (inverse, très inverse, extrêmement inverse, …)
- son réglage de courant Is qui correspond à l'asymptote verticale de la courbe
- son réglage de temporisation T qui correspond au temps de fonctionnement pour I = 10 Is.

Ces 3 réglages s'effectuent chronologiquement dans cet ordre : type, courant Is, temporisation T.
Modifier le réglage de temporisation T de x %, modifie de x % l'ensemble des temps de fonctionnement de la courbe.



Principe de la protection à temps dépendant.

Le temps de déclenchement pour des valeurs de I/Is inférieures à 1,2 dépend du type de courbe choisie.

Désignation courbe	Type
Temps inverse (SIT)	1, 2
Temps très inverse (VIT ou LTI)	1, 2
Temps extrêmement inverse (EIT)	1, 2
Temps ultra inverse (UIT)	1, 2
Courbe RI	1
CEI temps inverse SIT / A	1
CEI temps très inverse VIT ou LTI / B	1
CEI temps extrêmement inverse EIT / C	1
IEEE moderately inverse (CEI / D)	1
IEEE very inverse (CEI / E)	1
IEEE extremely inverse (CEI / F)	1
IAC inverse	1
IAC very inverse	1
IAC extremely inverse	1

- lorsque la grandeur surveillée est supérieure à 20 fois le seuil, le temps de déclenchement est maximisé à la valeur correspondant à 20 fois le seuil
- si la grandeur surveillée dépasse la capacité de mesure du Sepam (40 In pour les voies courant phase, 20 In0 pour les voies courant résiduel), le temps de déclenchement est maximisé à la valeur correspondant à la plus grande valeur mesurable (40 In ou 20 In0).

Courbes à temps dépendant du courant

De multiples courbes de déclenchement à temps dépendants sont proposées, pour couvrir la plupart des cas d'application :

- courbes définies par la norme CEI (SIT, VIT/LTI, EIT)
- courbes définies par la norme IEEE (MI, VI, EI)
- courbes usuelles (UIT, RI, IAC).

Courbes CEI

Equation

$$td(I) = \frac{k}{\left(\frac{I}{Is}\right)^{\alpha} - 1} \times \frac{T}{\beta}$$

Type de courbe	Valeurs des cœfficients		
	k	α	β
Standard inverse / A	0,14	0,02	2,97
Very inverse / B	13,5	1	1,50
Long time inverse / B	120	1	13,33
Extremely inverse / C	80	2	0,808
Ultra inverse	315,2	2,5	1

Courbe RI

Equation :
$$td(\mathbf{I}) = \frac{1}{0{,}339 - 0{,}236\left(\frac{I}{Is}\right)^{-1}} \times \frac{T}{3{,}1706}$$

Courbes IEEE

Equation

$$td(\mathbf{I}) = \left(\frac{A}{\left(\frac{I}{Is}\right)^{p} - 1} + B\right) \times \frac{T}{\beta}$$

Type de courbe	Valeurs des cœfficients			
	A	B	p	β
Moderately inverse	0,010	0,023	0,02	0,241
Very inverse	3,922	0,098	2	0,138
Extremely inverse	5,64	0,0243	2	0,081

Courbes IAC

Equation

$$td(\mathbf{I}) = \left(A + \frac{B}{\left(\frac{I}{Is} - C\right)} + \frac{D}{\left(\frac{I}{Is} - C\right)^2} + \frac{E}{\left(\frac{I}{Is} - C\right)^3}\right) \times \frac{T}{\beta}$$

Type de courbe	Valeurs des cœfficients					
	A	B	C	D	E	β
Inverse	0,208	0,863	0,800	-0,418	0,195	0,297
Very inverse	0,090	0,795	0,100	-1,288	7,958	0,165
Extremely inverse	0,004	0,638	0,620	1,787	0,246	0,092

Courbes à temps dépendant de la tension

Equation pour ANSI 27 - Minimum de tension

$$td(\mathbf{V}) = \frac{T}{1 - \left(\frac{V}{Vs}\right)}$$

Equation pour ANSI 59N - Maximum de tension résiduelle

$$td(\mathbf{V}) = \frac{T}{\left(\frac{V}{Vs}\right) - 1}$$

Courbe à temps dépendant du rapport tension/fréquence

Equation pour ANSI 24 - Surfluxage (V/Hz)

Avec G = V/f ou U/f

$$td(\mathbf{G}) = \frac{1}{\left(\frac{G}{Gs} - 1\right)^{p}} \times T$$

Type de courbe	p
A	0,5
B	1
C	2

MT10208

ts
courbe CEI type VIT
TMS = 1
T = 1.5 sec
10
I/Is

Exemple.

Réglage des courbes à temps dépendant, temporisation T ou facteur TMS

La temporisation des courbes de déclenchement à temps dépendant du courant (sauf courbes personnalisée et RI) peut se régler :

- soit par temps T, temps de fonctionnement à 10 x Is
- soit par facteur TMS, facteur correspondant à T/β dans les équations ci-contre.

Exemple : $\mathbf{t(I)} = \dfrac{\mathbf{13,5}}{\dfrac{\mathbf{I}}{\mathbf{Is}} - \mathbf{1}} \times \mathbf{TMS}$ avec $\mathbf{TMS} = \dfrac{\mathbf{T}}{\mathbf{1,5}}$.

La courbe CEI du type VIT est positionnée de manière identique avec : TMS = 1 ou T = 1,5 s.

3

MT10219

I > Is sortie temporisée
I > Is signal pick-up
T
déclenchement
valeur du compteur interne de temporisation
T1
T1
T1

Détection des défauts réamorçants grâce au temps de maintien réglable.

Temps de maintien

Le temps de maintien T1 réglable (reset time) permet :

- la détection des défauts réarmorçants (timer hold, courbe à temps indépendant)
- la coordination avec des relais électromécaniques (courbe à temps dépendant).
- Le temps de maintien peut être inhibé si nécessaire.

Equation de la courbe du temps de maintien à temps dépendant

Equation : $\mathrm{tr}(\mathbf{I}) = \dfrac{\mathbf{T1}}{\mathbf{1} - \left(\dfrac{\mathbf{I}}{\mathbf{Is}}\right)^2} \times \dfrac{\mathbf{T}}{\beta}$ avec $\dfrac{\mathbf{T}}{\beta} = \mathbf{TMS}$.

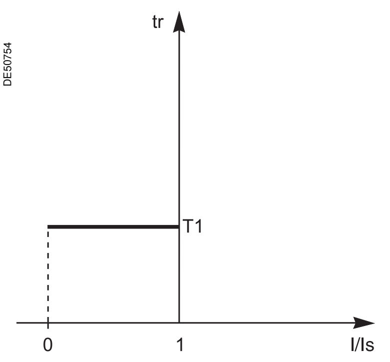
T1 = valeur de réglage du temps de maintien
(temps de maintien pour I retour = 0 et TMS = 1).
T = valeur de réglage de la temporisation de déclenchement (à 10 Is).

ß = valeur de la courbe de déclenchement de base à $\dfrac{\mathbf{k}}{\mathbf{10}^{\alpha} - \mathbf{1}}$.

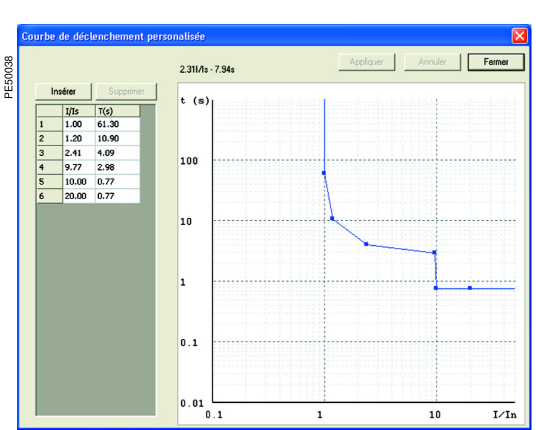
DE50755

tr
TMS = 1
T1
0
1
I/Is

Temps de maintien dépendant du courant I.



Temps de maintien constant.



Définition de la courbe de déclenchement personnalisée à l'aide du logiciel SFT2841.

Courbe de déclenchement personnalisée

Définie point par point à l'aide du logiciel de paramétrage et d'exploitation SFT2841 (menu application), cette courbe permet de résoudre tous les cas particuliers de coordination de protection ou de rénovation.
Elle contient entre 2 et 30 points dont les coordonnées doivent être :

- croissantes sur l'axe I/Is
- décroissantes sur l'axe t.

Les deux points extrêmes définissent les asymptotes de la courbe.
Il doit y avoir au moins 1 point d'abscisse 10 I/Is. Il sert de référence pour fixer la temporisation de la fonction de protection par translation de la courbe.

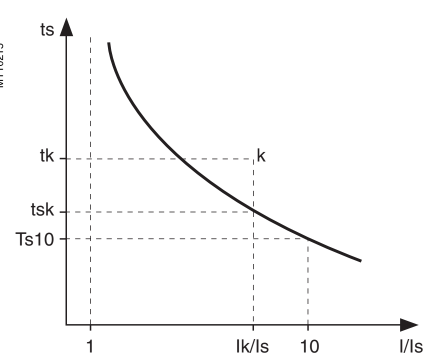
Mise en œuvre de courbes à temps dépendant : exemples de problèmes à résoudre

Problème n° 1
Connaissant le type de temps dépendant, déterminer les réglages de courant Is et de temporisation T.
Le réglage de courant Is correspond a priori au courant maximum qui peut être permanent : c'est en général le courant nominal de l'équipement protégé (câble, transformateur).
Le réglage de la temporisation T correspond au point de fonctionnement à 10 Is de la courbe. Ce réglage est déterminé compte tenu des contraintes de sélectivité avec les protections amont et aval.
La contrainte de sélectivité conduit à définir un point A de la courbe de fonctionnement (IA, tA), par exemple le point correspondant au courant de défaut maximum affectant la protection aval.

Problème n° 2
Connaissant le type de temps dépendant, le réglage de courant Is et un point k (Ik, tk) de la courbe de fonctionnement, déterminer le réglage de temporisation T.
Sur la courbe standard du même type, lire le temps de fonctionnement tsk correspondant au courant relatif **Ik/Is** et le temps de fonctionnement Ts10 correspondant au courant relatif **I/Is = 10.**

Le réglage de temporisation à réaliser pour que la courbe de fonctionnement passe par le point k(Ik, tk) est :

$$T = Ts10 \times \frac{tk}{tsk}$$



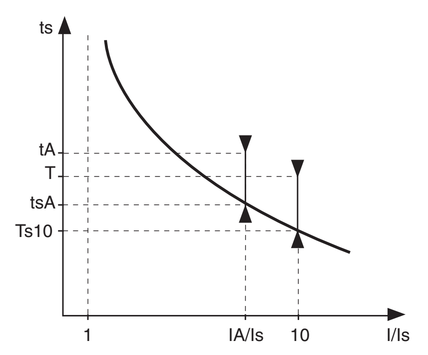
Autre méthode pratique
Le tableau ci-après donne les valeurs de **K = ts/ts10** en fonction de **I/Is.**
Dans la colonne correspondant au type de temporisation lire la valeur **K = tsk/Ts10** sur la ligne correspondant à **Ik/Is.**
Le réglage de temporisation à réaliser pour que la courbe de fonctionnement passe par le point k (Ik, tk) est : **T = tk/k.**

Exemple
Données :
- le type de temporisation : temps inverse (**SIT**)
- le seuil : Is
- un point k de la courbe de fonctionnement : k (3,5 Is ; 4 s)

Question : quel est le réglage T de la temporisation (temps de fonctionnement à 10 Is) ?
Lecture du tableau : colonne **SIT,** ligne **I/Is** = **3,5** donc **K = 1,858**
Réponse : le réglage de la temporisation est **T = 4/1,858 = 2,15 s**

Généralités
Courbes de déclenchement

Problème n° 3
Connaissant les réglages de courant Is et de temporisation T pour un type de temporisation (inverse, très inverse, extrêmement inverse) trouver le temps de fonctionnement pour une valeur de courant IA.
Sur la courbe standard de même type, lire le temps de fonctionnement tsA correspondant au courant relatif IA/Is et le temps de fonctionnement Ts10 correspondant au courant relatif **I/Is = 10.**
Le temps de fonctionnement tA pour le courant IA avec les réglages Is et T est **tA = tsA x T/Ts10.**



Autre méthode pratique :
le tableau ci-après donne les valeurs de **K = ts/Ts10** en fonction de **I/Is.**
Dans la colonne correspondant au type de temporisation lire la valeur **K = tsA/Ts10** sur la ligne correspondant à **IA/Is,** le temps de fonctionnement tA pour le courant IA avec les réglages Is et T est **tA = K . T.**

Exemple
Données :
- le type de temporisation : temps très inverse (**VIT**)
- le seuil : Is
- la temporisation T = 0,8 s

Question : quel est le temps de fonctionnement pour le courant IA = 6 Is ?
Lecture du tableau : colonne **VIT,** ligne I/Is = 6, donc k = 1,8

Réponse : le temps de fonctionnement pour le courant IA est t = 1,8 x 0,8 = 1,44 s.

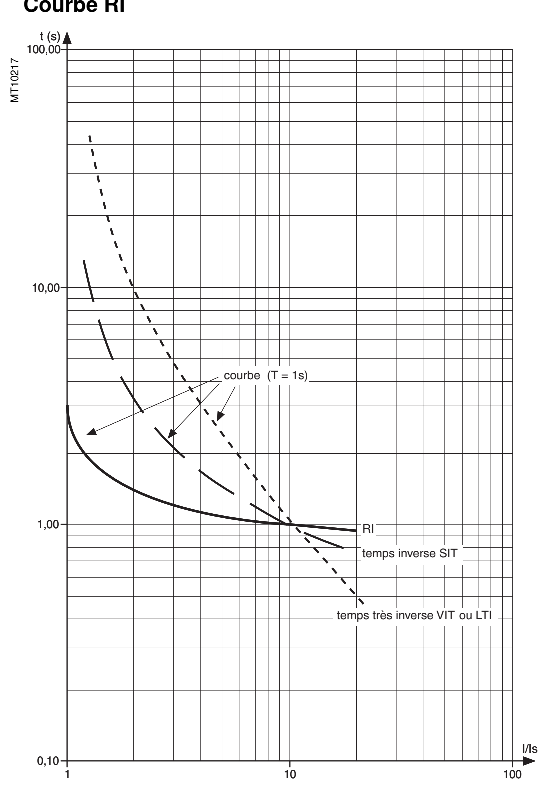
Tableau des valeurs de K

I/Is	SIT et CEI/A	VIT, LTI et CEI/B	EIT et CEI/C	UIT	RI	IEEE MI (CEI/D)	IEEE VI (CEI/E)	IEEE EI (CEI/F)	IAC I	IAC VI	IAC EI
1,0	—	—	—	—	3.062	—	—	—	62.005	62.272	200.226
1,1	24,700 (1)	90,000 (1)	471,429 (1)	—	2,534	22,461	136,228	330,606	19,033	45,678	122,172
1,2	12,901	45,000	225,000	545,905	2,216	11,777	65,390	157,946	9,413	34,628	82,899
1,5	5,788	18,000	79,200	179,548	1,736	5,336	23,479	55,791	3,891	17,539	36,687
2,0	3,376	9,000	33,000	67,691	1,427	3,152	10,199	23,421	2,524	7,932	16,178
2,5	2,548	6,000	18,857	35,490	1,290	2,402	6,133	13,512	2,056	4,676	9,566
3,0	2,121	4,500	12,375	21,608	1,212	2,016	4,270	8,970	1,792	3,249	6,541
3,5	1,858	3,600	8,800	14,382	1,161	1,777	3,242	6,465	1,617	2,509	4,872
4,0	1,676	3,000	6,600	10,169	1,126	1,613	2,610	4,924	1,491	2,076	3,839
4,5	1,543	2,571	5,143	7,513	1,101	1,492	2,191	3,903	1,396	1,800	3,146
5,0	1,441	2,250	4,125	5,742	1,081	1,399	1,898	3,190	1,321	1,610	2,653
5,5	1,359	2,000	3,385	4,507	1,065	1,325	1,686	2,671	1,261	1,473	2,288
6,0	1,292	1,800	2,829	3,616	1,053	1,264	1,526	2,281	1,211	1,370	2,007
6,5	1,236	1,636	2,400	2,954	1,042	1,213	1,402	1,981	1,170	1,289	1,786
7,0	1,188	1,500	2,063	2,450	1,033	1,170	1,305	1,744	1,135	1,224	1,607
7,5	1,146	1,385	1,792	2,060	1,026	1,132	1,228	1,555	1,105	1,171	1,460
8,0	1,110	1,286	1,571	1,751	1,019	1,099	1,164	1,400	1,078	1,126	1,337
8,5	1,078	1,200	1,390	1,504	1,013	1,070	1,112	1,273	1,055	1,087	1,233
9,0	1,049	1,125	1,238	1,303	1,008	1,044	1,068	1,166	1,035	1,054	1,144
9,5	1,023	1,059	1,109	1,137	1,004	1,021	1,031	1,077	1,016	1,026	1,067
10,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10,5	0,979	0,947	0,906	0,885	0,996	0,981	0,973	0,934	0,985	0,977	0,941
11,0	0,959	0,900	0,825	0,787	0,993	0,963	0,950	0,877	0,972	0,957	0,888
11,5	0,941	0,857	0,754	0,704	0,990	0,947	0,929	0,828	0,960	0,939	0,841
12,0	0,925	0,818	0,692	0,633	0,988	0,932	0,912	0,784	0,949	0,922	0,799
12,5	0,910	0,783	0,638	0,572	0,985	0,918	0,896	0,746	0,938	0,907	0,761
13,0	0,895	0,750	0,589	0,518	0,983	0,905	0,882	0,712	0,929	0,893	0,727
13,5	0,882	0,720	0,546	0,471	0,981	0,893	0,870	0,682	0,920	0,880	0,695
14,0	0,870	0,692	0,508	0,430	0,979	0,882	0,858	0,655	0,912	0,868	0,667
14,5	0,858	0,667	0,473	0,394	0,977	0,871	0,849	0,631	0,905	0,857	0,641
15,0	0,847	0,643	0,442	0,362	0,976	0,861	0,840	0,609	0,898	0,846	0,616
15,5	0,836	0,621	0,414	0,334	0,974	0,852	0,831	0,589	0,891	0,837	0,594
16,0	0,827	0,600	0,388	0,308	0,973	0,843	0,824	0,571	0,885	0,828	0,573
16,5	0,817	0,581	0,365	0,285	0,971	0,834	0,817	0,555	0,879	0,819	0,554
17,0	0,808	0,563	0,344	0,265	0,970	0,826	0,811	0,540	0,874	0,811	0,536
17,5	0,800	0,545	0,324	0,246	0,969	0,819	0,806	0,527	0,869	0,804	0,519
18,0	0,792	0,529	0,307	0,229	0,968	0,812	0,801	0,514	0,864	0,797	0,504
18,5	0,784	0,514	0,290	0,214	0,967	0,805	0,796	0,503	0,860	0,790	0,489
19,0	0,777	0,500	0,275	0,200	0,966	0,798	0,792	0,492	0,855	0,784	0,475
19,5	0,770	0,486	0,261	0,188	0,965	0,792	0,788	0,482	0,851	0,778	0,463
20,0	0,763	0,474	0,248	0,176	0,964	0,786	0,784	0,473	0,848	0,772	0,450

(1) *Valeurs adaptées aux seules courbes CEI A, B et C.*

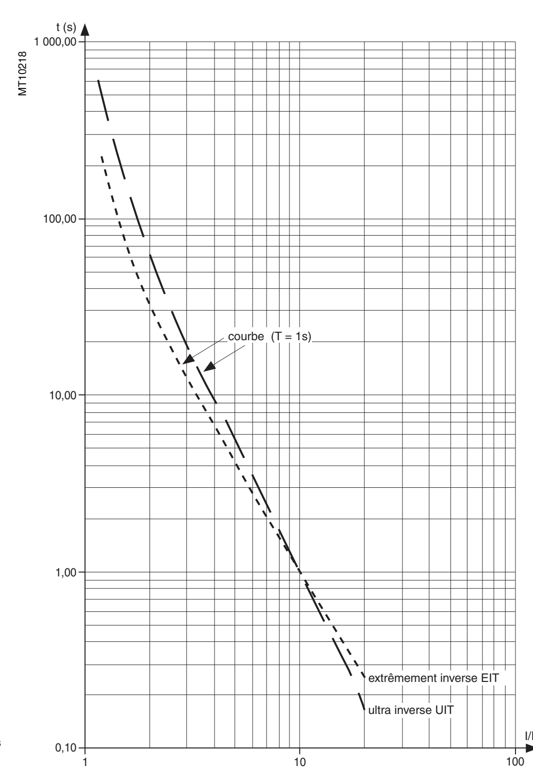


Courbe à temps inverse SIT
Courbe à temps très inverse VIT ou LTI
Courbe RI

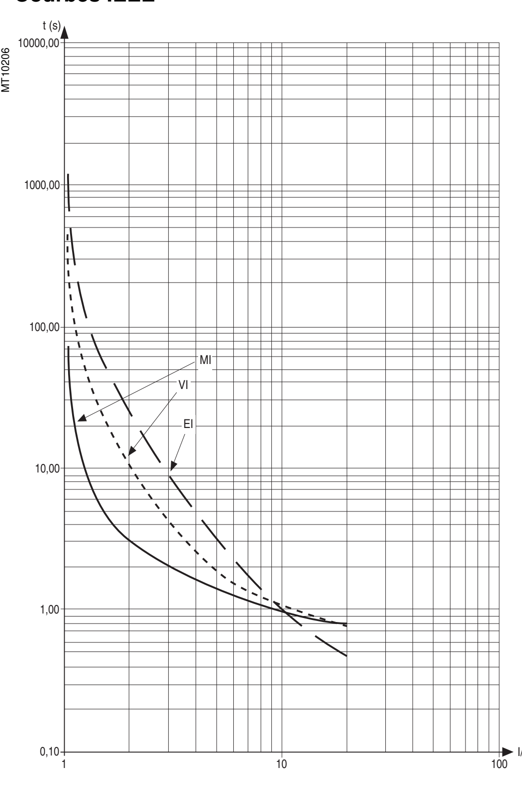




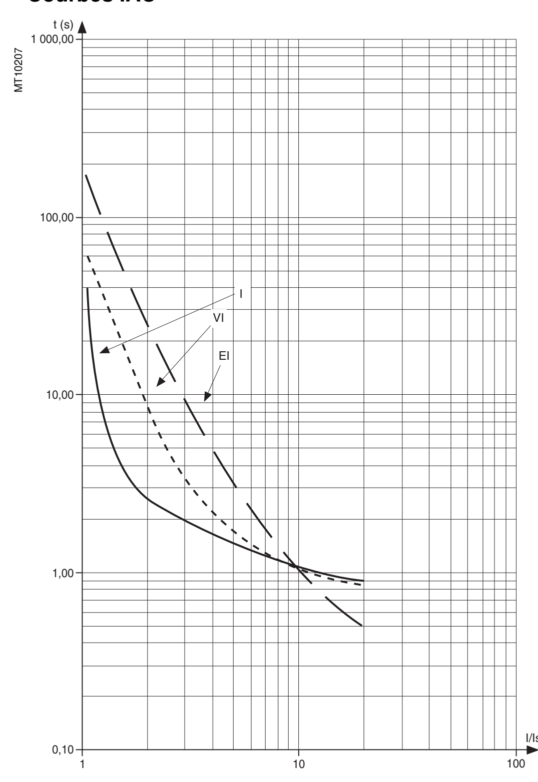
Courbe à temps extrêmement inverse EIT
Courbe à temps ultra inverse UIT



Courbes IEEE



Courbes IAC



3

Sommaire

Description

Sepam réalise toutes les fonctions de commande et de surveillance nécessaires à l'exploitation du réseau électrique :
- les fonctions de commande et de surveillance principales sont prédéfinies et correspondent aux cas d'application les plus fréquents. Prêtes à l'emploi, elles sont mises en œuvre par simple paramétrage après affectation des entrées / sorties logiques nécessaires
- les fonctions de commande et de surveillance prédéfinies peuvent être adaptées à des besoins particuliers à l'aide du logiciel SFT2841, qui propose les fonctions suivantes :
  - édition d'équations logiques, pour adapter et compléter les fonctions de commande et de surveillance prédéfinies
  - création de messages personnalisés pour signalisation locale
  - création de synoptiques personnalisés correspondant à l'appareillage à commander
  - personnalisation de la matrice de commande pour adapter l'affectation des sorties à relais, des voyants et des messages de signalisation
- avec l'option Logipam, Sepam peut assurer les fonctions de commande et de surveillance les plus diverses, programmées à l'aide du logiciel SFT2885 , logiciel de programmation en langage à contacts Logipam.

Principe de fonctionnement

Le traitement de chaque fonction de commande et surveillance peut être décomposé en 3 phases :
- acquisition des informations d'entrées :
  - résultats du traitement des fonctions de protection
  - informations extérieures tout ou rien, raccordées sur les entrées logiques d'un module optionnel d'entrées / sorties MES120
  - ordres de commande locale transmis par l'Interface Homme Machine synoptique
  - télécommandes (TC) en provenance de la communication
- traitement logique de la fonction de commande et de surveillance proprement dit
- exploitation des résultats du traitement :
  - activation de sorties à relais pour commander un appareil
  - information de l'exploitant :
    - par message et/ou voyant de signalisation sur l'afficheur de Sepam et sur le logiciel SFT2841
    - par télésignalisation (TS) pour information à distance par la communication
    - par signalisation en temps réel de l'état de l'appareillage sur le synoptique animé.

Entrées et sorties logiques filaires

PE50249



Configuration maximale de Sepam série 80 avec 3 modules MES120 : 42 entrées et 23 sorties.

Le nombre d'entrées / sorties de Sepam est à adapter aux fonctions de commande et de surveillance utilisées.
L'extension des 5 sorties présentes sur l'unité de base des Sepam série 80 est réalisée par l'ajout de 1, 2 ou 3 modules MES120 de 14 entrées logiques et 6 sorties à relais.
Après configuration du nombre de modules MES120 nécessaires pour les besoins d'une application, les entrées logiques utilisées doivent être affectées à une fonction. Cette affectation est réalisée parmi la liste des fonctions disponibles qui couvre toute la variété des utilisations possibles. Les fonctions utilisées peuvent ainsi être adaptées au besoin dans la limite des entrées logiques disponibles. Les entrées peuvent être inversées pour un fonctionnement à manque de tension.
Une affectation par défaut des entrées / sorties correspondant aux cas d'utilisation les plus fréquents est proposée.

Entrées et sorties logiques GOOSE

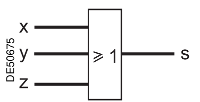
Les entrées logiques GOOSE sont utilisées avec le protocole de communication CEI 61850.
Les entrées GOOSE son réparties sur 2 modules virtuels GSE de 16 entrées logiques.
Un exemple de mise en oeuvre de la sélectivité logique avec des entrées logiques GOOSE est donnée p.212.

Définition des symboles

Cette fiche donne la signification des symboles utilisés dans les différents schémas bloc des fiches fonctions de commande et surveillance.

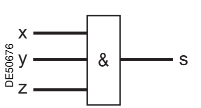
Fonctions logiques

■ **"OU"**



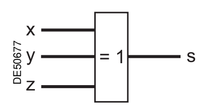
Equation : S = X + Y + Z.

■ **"ET"**



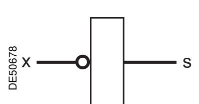
Equation : S = X x Y x Z.

■ **"OU" exclusif**



S = 1 si une et une seule entrée est à 1
(S = 1 si X + Y + Z = 1).

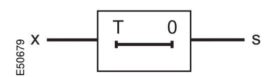
■ **Complément**
Ces fonctions peuvent utiliser le complément d'une information.

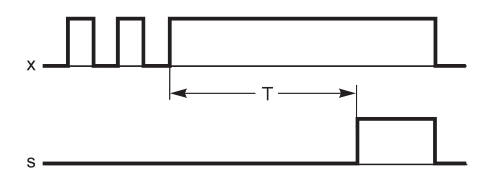


Equation : S = $\overline{X}$ (S = 1 si X = 0).

Temporisations

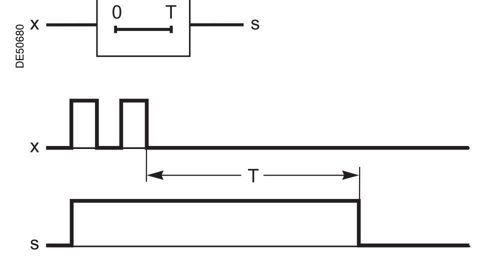
Deux types de temporisations :
■ "à la montée" : permet de retarder l'apparition d'une information d'un temps T





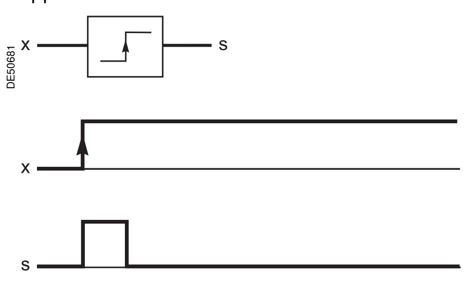
■ "à la retombée" : permet de retarder la disparition d'une information d'un temps T.

DE50680

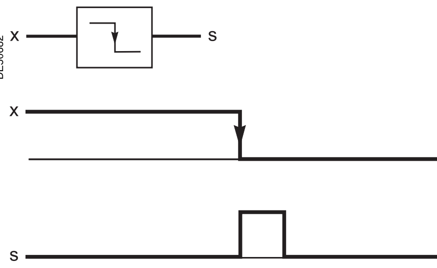


Traitement impulsionnel

■ "à la montée" : permet de créer une impulsion de courte durée (1 cycle) à chaque apparition d'une information



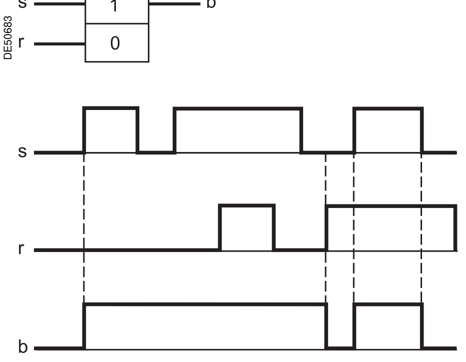
■ "à la retombée" : permet de créer une impulsion de courte durée (1 cycle) à chaque disparition d'une information.



Nota : *la disparition d'une information peut être causée par la perte de l'alimentation auxiliaire.*

Fonction bistable

Les bistables permettent une mémorisation des informations.



Equation : B = S + $\overline{R}$ x B.

Affectation des entrées / sorties logiques

L'affectation des entrées et sorties à une fonction de commande et de surveillance prédéfinie est paramétrable à l'aide du logiciel SFT2841, suivant les utilisations listées dans les tableaux ci-après.
La logique de chaque entrée peut être inversée pour un fonctionnement à manque de tension.
Toutes les entrées logiques, affectées à une fonction prédéfinie ou non, peuvent être utilisées par les fonctions de personnalisation suivant les besoins spécifiques de l'application :
■ dans la matrice de commande (logiciel SFT2841), pour associer une entrée à une sortie logique, à un voyant en face avant de Sepam ou à un message pour signalisation locale sur l'afficheur
■ dans l'éditeur d'équations logiques (logiciel SFT2841), comme variable d'une équation logique
■ dans Logipam (logiciel SFT2885) comme variable d'entrée du programme en langage à contacts.

Affectation des principales sorties logiques Ox

Fonctions	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Affectation
Déclenchement / commande contacteur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O1
Verrouillage de l'enclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O2 par défaut
Enclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O3 par défaut
Chien de garde	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O5
Sélectivité logique, émission AL 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O102 par défaut
Sélectivité logique, émission AL 2			■	■		■			■	■				O103 par défaut
Arrêt groupe									■	■				Libre
Désexcitation									■	■				Libre
Délestage							■	■						Libre
ATS, fermeture disjoncteur NO	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
ATS, fermeture couplage	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
ATS, ouverture couplage	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Déclenchement gradin (1 à 4)													■	Libre
Enclenchement gradin (1 à 4)													■	Libre

***Nota :** les sorties logiques affectées par défaut peuvent être réaffectées librement.*

Affectation des entrées logiques Ix communes à toutes les applications

Fonctions	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Affectation
Disjoncteur fermé	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I101
Disjoncteur ouvert	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I102
Synchronisation horloge interne Sepam par top externe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I103
Basculement jeux de réglages A/B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Reset externe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur de terre fermé	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur de terre ouvert	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Déclenchement externe 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Déclenchement externe 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Déclenchement externe 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Position fin armement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Interdiction TC (Local)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Défaut pression SF6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Verrouillage enclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Ordre ouverture	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Ordre fermeture	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Fusion fusible TP phase	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Fusion fusible TP V0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Compteur externe énergie active positive	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Compteur externe énergie active négative	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Compteur externe énergie réactive positive	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Compteur externe énergie réactive négative	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Disjoncteur débroché	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur A fermé	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur A ouvert	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur B fermé	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Sectionneur B ouvert	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Surveillance bobine enclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre

Affectation des entrées logiques Ix par application

Fonctions	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Affectation
Inhibition réenclencheur	■	■	■	■										Libre
Inhibition image thermique		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	Libre
Changement régime thermique					■	■	■	■	■	■				Libre
Réception attente logique 1, AL 1	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Réception attente logique 2, AL 2			■	■		■			■	■				Libre
Déclenchement Buchholz					■	■		■		■				Libre
Déclenchement thermostat					■	■		■		■				Libre
Déclenchement pression					■	■		■		■				Libre
Déclenchement thermistor					■	■	■	■	■	■				Libre
Alarme Buchholz					■	■		■		■				Libre
Alarme thermostat					■	■		■		■				Libre
Alarme pression					■	■		■		■				Libre
Alarme thermistor					■	■	■	■	■	■				Libre
Mesure vitesse rotor							■	■	■	■				I104
Détection rotation rotor							■	■						Libre
Réaccélération moteur							■	■						Libre
Demande de délestage							■	■						Libre
Inhibition minimum de courant							■	■						Libre
Arrêt prioritaire groupe									■	■				Libre
Désexcitation									■	■				Libre
Autorisation fermeture (ANSI 25)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Interdiction TC côté opposé (local)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Interdiction TC couplage (local)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Couplage ouvert	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Couplage fermé	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Côté opposé ouvert	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Côté opposé fermé	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Commutateur sur Manuel (ANSI 43)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Commutateur sur Auto (ANSI 43)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Commutateur sur Disjoncteur (ANSI 10)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Commutateur sur Couplage (ANSI 10)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Disjoncteur côté opposé débroché	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Disjoncteur couplage débroché	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Ordre fermeture couplage	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Tension correcte côté opposé	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Verrouillage enclenchement couplage	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Ordre fermeture automatique	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Ordre fermeture externe 1											■	■		Libre
Ordre fermeture externe 2											■	■		Libre
Fusion fusible TP phase supplémentaire											■	■		Libre
Fusion fusible TP V0 supplémentaire												■		Libre

Affectation des entrées / sorties logiques

Affectation des entrées logiques Ix par application

Fonctions	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Affectation
Gradin 1 ouvert													■	Libre
Gradin 1 fermé													■	Libre
Gradin 2 ouvert													■	Libre
Gradin 2 fermé													■	Libre
Gradin 3 ouvert													■	Libre
Gradin 3 fermé													■	Libre
Gradin 4 ouvert													■	Libre
Gradin 4 fermé													■	Libre
Ordre ouverture gradin 1													■	Libre
Ordre ouverture gradin 2													■	Libre
Ordre ouverture gradin 3													■	Libre
Ordre ouverture gradin 4													■	Libre
Ordre fermeture gradin 1													■	Libre
Ordre fermeture gradin 2													■	Libre
Ordre fermeture gradin 3													■	Libre
Ordre fermeture gradin 4													■	Libre
Déclenchement externe gradin 1													■	Libre
Déclenchement externe gradin 2													■	Libre
Déclenchement externe gradin 3													■	Libre
Déclenchement externe gradin 4													■	Libre
Commande VAR gradin 1													■	Libre
Commande VAR gradin 2													■	Libre
Commande VAR gradin 3													■	Libre
Commande VAR gradin 4													■	Libre
Verrouillage externe commande gradins													■	Libre
Commande manuelle gradins													■	Libre
Commande automatique gradins													■	Libre

Affectation des entrées logiques GOOSE Gx (CEI 61850) par application

Fonctions	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Affectation
Réception attente logique AL1	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		Libre
Réception attente logique AL2			■	■		■			■	■				Libre
Déclenchement externe 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Verrouillage enclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Demande de délestage							■	■					■	Libre
Défaut de réception GOOSE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Témoin réception GOOSE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Autre utlisation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Présence ACE850	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	G516

Nota : *Les entrées/sorties logiques GOOSE CEI 61850 ne peuvent être utilisées qu'avec l'interface de communication ACE850TP ou ACE850FO et uniquement avec Sepam série 80.*

Affectation des entrées / sorties logiques

Affectation standard des entrées logiques Ix

Le tableau ci-dessous décrit les affectations des entrées logiques Ix obtenues depuis le logiciel de configuration SFT2841, en cliquant sur le bouton "affectation standard".

Fonctions	Affectation standard	Application
Disjoncteur fermé	I101	Toutes
Disjoncteur ouvert	I102	Toutes
Réception attente logique 1, AL1	I103	Toutes sauf M8x
Réception attente logique 2, AL2	I104	Toutes sauf S80, S81, T81, M8x, B8x, C86
Autorisation fermeture (ANSI 25)	I104	S80, S81, T81, B8x
Défaut pression SF6	I105	Toutes
Ordre ouverture	I106	Toutes
Ordre fermeture	I107	Toutes
Inhibition réenclencheur	I108	S80, S81
Déclenchement Buchholz	I108	T8x, M88, G88
Déclenchement thermostat	I109	T8x, M88, G88
Déclenchement pression	I110	T8x, M88, G88
Déclenchement thermistor	I111	T8x, M88, G88
Alarme Buchholz	I112	T8x, M88, G88
Alarme thermostat	I113	T8x, M88, G88
Alarme pression	I114	T8x, M88, G88
Commutateur sur Disjoncteur (ANSI 10)	I201	S8x, T8x, G8x, B8x
Commutateur sur Couplage (ANSI 10)	I202	S8x, T8x, G8x, B8x
Commutateur sur Auto (ANSI 43)	I203	S8x, T8x, G8x, B8x
Commutateur sur Manuel (ANSI 43)	I204	S8x, T8x, G8x, B8x
Côté opposé fermé	I205	S8x, T8x, G8x, B8x
Côté opposé ouvert	I206	S8x, T8x, G8x, B8x
Tension correcte côté opposé	I207	S8x, T8x, G8x, B8x
Interdiction TC côté opposé (local)	I208	S8x, T8x, G8x, B8x
Ordre fermeture automatique	I209	S8x, T8x, G8x, B8x
Couplage ouvert	I210	S8x, T8x, G8x, B8x
Couplage fermé	I211	S8x, T8x, G8x, B8x
Verrouillage enclenchement couplage	I212	S8x, T8x, G8x, B8x
Ordre fermeture couplage	I213	S8x, T8x, G8x, B8x
Interdiction TC couplage (local)	I214	S8x, T8x, G8x, B8x

Affectation standard des entrées logiques GOOSE Gx

Le tableau ci-dessous décrit les affectations des entrées logiques GOOSE Gx obtenues depuis le logiciel de configuration SFT2841, en cliquant sur le bouton "affectation standard".

Fonctions	Affectation standard	Application
Réception attente logique AL1	G401	Toutes sauf M87, M81, M88, C86
Réception attente logique AL 2	G402	S82, S84, T82, T87, G87, G82, G83
Déclenchement externe 2	G403	Toutes
Verrouillage enclenchement	G404	Toutes

Il est possible de choisir parmi 31 entrées logiques GOOSE de G401 à G416 et de G501 à G515.

Commande appareillage
Code ANSI 94/69

Fonction prédéfinie de commande de l'appareil de coupure (disjoncteur ou contacteur).

Fonctionnement
La fonction Commande appareillage réalise la commande des appareils de coupure des types suivants :
■ disjoncteur avec bobine de déclenchement à émission ou à manque
■ contacteur à accrochage avec bobine de déclenchement à émission
■ contacteur avec ordres permanents.

Elle se décompose en 2 traitements :
■ élaboration des ordres internes de commande de l'appareillage :
□ déclenchement (ou ouverture) 1, 2, 3
□ enclenchement (ou fermeture) avec ou sans contrôle de synchronisme 6, 7, 8
□ verrouillage de l'enclenchement 4, 5
■ exploitation des ordres internes pour la commande des sorties logiques en fonction du type d'appareillage à commander.

Elaboration des ordres internes de commande de l'appareillage
La fonction Commande appareillage traite l'ensemble des conditions d'enclenchement et de déclenchement de l'appareil de coupure à partir :
■ des fonctions de protection (configurées pour déclencher l'appareil de coupure)
■ des informations d'état de l'appareil de coupure
■ des ordres de commande à distance via la communication
■ des ordres de commande locale par entrée logique Ix ou Gx, ou par IHM synoptique
■ des ordres de commande internes élaborés par équation logique ou par Logipam
■ de fonctions de commande prédéfinies, propres à chaque application :
□ réenclencheur
□ arrêt groupe, désexcitation
□ délestage
□ contrôle de synchronisme
□ automatisme de transfert de sources
□ commande des gradins de condensateurs.
Elle verrouille également l'enclenchement de l'appareil de coupure selon les conditions d'exploitation.

Fonction antipompage
Pour éviter la commande simultanée de l'ouverture et de la fermeture de l'appareil de coupure et donner la priorité aux ordres d'ouverture, la commande de fermeture de l'appareil de coupure est impulsionnelle.

Commande appareillage avec verrouillage (ANSI 86)
La fonction ANSI 86 traditionnellement réalisée par les relais de verrouillage peut être assurée par Sepam en utilisant la fonction Commande appareillage, avec accrochage de toutes les conditions de déclenchement (sorties des fonctions de protection et entrées logiques).
Sepam réalise alors :
■ le regroupement de toutes les conditions de déclenchement et la commande de l'appareil de coupure
■ l'accrochage de l'ordre de déclenchement, avec verrouillage de l'enclenchement, jusqu'à disparition et acquittement volontaire de la cause du déclenchement (voir fonction Accrochage / acquittement)
■ la signalisation de la cause du déclenchement :
□ localement par voyants de signalisation (Trip et autres) et par messages sur l'afficheur
□ à distance par télésignalisations (voir fonction Signalisations).

Fermeture avec contrôle de synchronisme 9
La fonction Contrôle de synchronisme surveille les tensions de part et d'autre du disjoncteur pour en autoriser la fermeture en toute sécurité.
Elle est mise en service par paramétrage.
Son fonctionnement nécessite que l'une des sorties logiques "Autorisation de fermeture" d'un module déporté MCS025 soit raccordée à une entrée logique du Sepam qui aura été affectée à la fonction "Autorisation de fermeture".
S'il est nécessaire de fermer le disjoncteur sans tenir compte des conditions de synchronisme, cela peut être fait par équation logique ou par Logipam en utilisant l'entrée V_CLOSE_NOCTRL.

Commande des sorties logiques
Les ordres logiques issus de la fonction Commande appareillage sont utilisés pour commander les sorties logiques de Sepam qui commandent l'ouverture et la fermeture de l'appareil de coupure.
La commande des sorties logiques est adaptée par paramétrage au type d'appareillage à commander, disjoncteur ou contacteur.

Commande des gradins de condensateurs
La fonction Commande appareillage des Sepam C86 réalise la commande de l'appareil de coupure et la commande de 1 à 4 interrupteurs de gradin.
Cette fonction particulière est décrite séparément.

Schéma de principe général

DE80422

1 **Ordres d'ouverture volontaires :**
- par entrée logique
- par télécommande
- par IHM synoptique

2 **Ordres de déclenchement internes :**
- fonctions de protection
- fonctions de commande prédéfinies
- fonctions programmées (équations logiques ou Logipam)

3 **Ordres de déclenchement externes :**
- par entrées logiques Ix ou Gx

4 **Verrouillages enclenchement internes :**
- fonctions de protection
- fonctions de commande prédéfinies
- fonctions programmées (équations logiques ou Logipam)

5 **Verrouillage enclenchement**
par entrées logiques Ix ou Gx

6 **Ordres de fermeture volontaires :**
- par entrée logique
- par télécommande
- par IHM synoptique

7 **Ordres de fermeture internes :**
- fonctions de commande prédéfinies
- fonctions programmées (équations logiques ou Logipam)

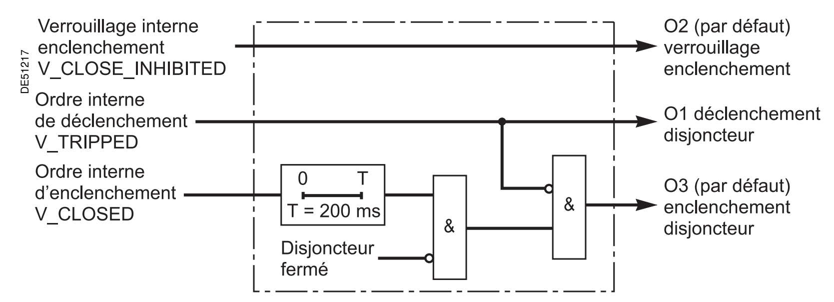
8 **Ordres de fermeture externes :**
- par entrées logiques

9 **Contrôle de synchronisme**

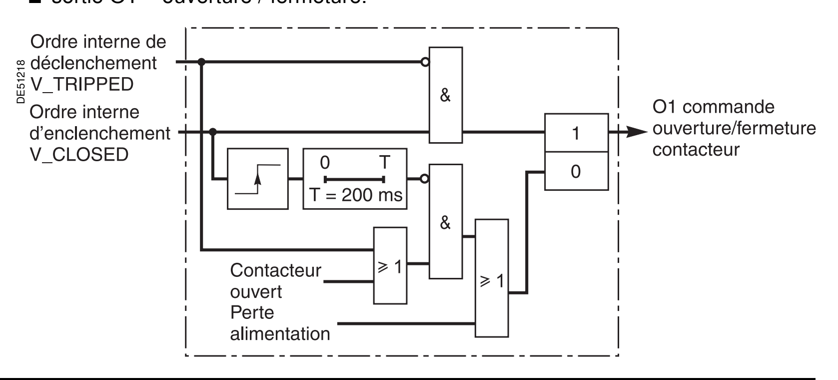
≥ 1
0 T
T = 200 ms
Ordre interne de déclenchement V_TRIPPED
Verrouillage interne de l'enclenchement V_CLOSE_INHIBITED
Fermeture sans contrôle de synchronisme
V_CLOSE_NOCTRL
Appareillage fermé
&
Ordre interne d'enclenchement V_CLOSED
Commande des sorties logiques
O1
O2
O3

Commande des sorties logiques

Commande d'un disjoncteur ou d'un contacteur à accrochage mécanique
Le schéma de principe ci-dessous correspond au paramétrage suivant :
- type d'appareillage = Disjoncteur
- sortie O1 = déclenchement
- sortie O2 = verrouillage enclenchement
- sortie O3 = enclenchement.

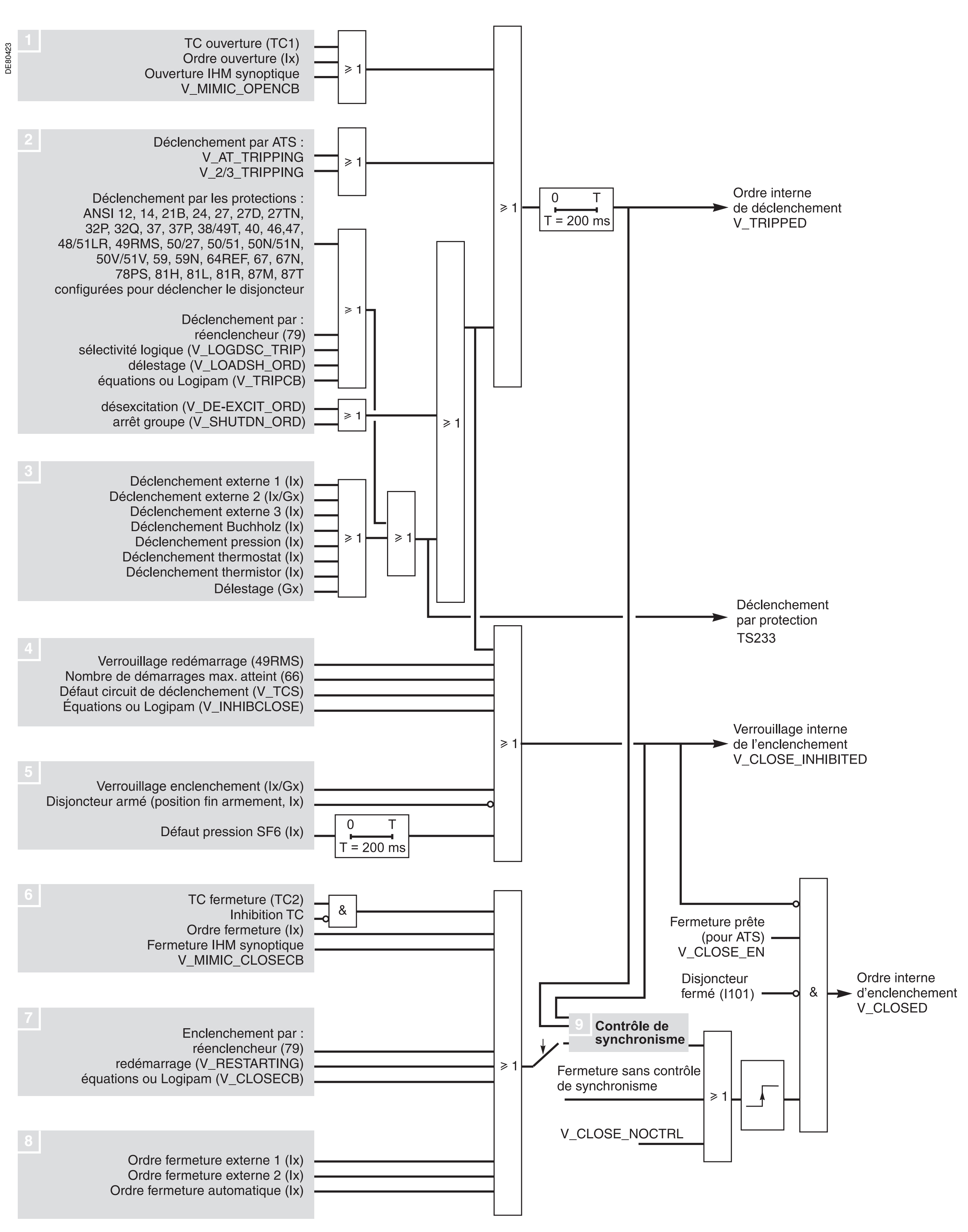


Commande d'un contacteur sans accrochage mécanique
Le schéma de principe ci-dessous correspond au paramétrage suivant :
- type d'appareillage = Contacteur
- sortie O1 = ouverture / fermeture.



Elaboration des ordres internes de commande appareillage

Schéma de principe



Autorisation de fermeture par la fonction Contrôle de synchronisme

Fonctionnement

La demande de fermeture, effectuée localement ou à distance, est maintenue par le Sepam pendant la temporisation de demande de fermeture et provoque l'apparition d'un message "SYNC. EN COURS". Elle est désactivée à la réception d'un ordre de déclenchement ou à la réception d'un ordre de verrouillage du disjoncteur et provoque le message "STOP SYNC.".

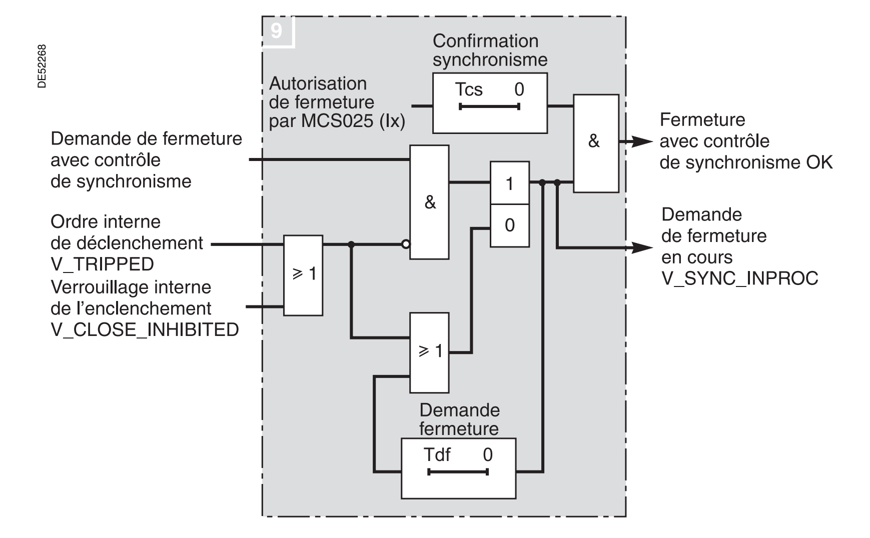
L'ordre de fermeture est donné si l'autorisation de fermeture est reçue avant échéance de la temporisation de demande de fermeture. Dans ce cas le message "SYNC.OK" est affiché.

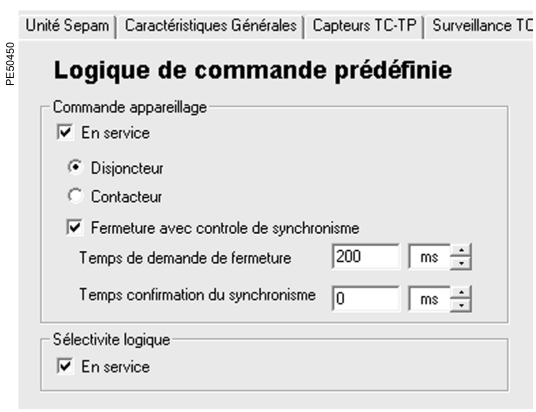
Si l'autorisation n'est pas reçue alors le message "ECHEC SYNC." est affiché. Quand cela est possible et si le module déporté MCS025 est raccordé par le câble CCA785 au Sepam sur lequel la demande de fermeture a été effectuée, un message additionnel précise la nature de l'échec de synchronisation :

- "ECHEC SYNC. dU" pour écart de tension trop grand
- "ECHEC SYNC. dF" pour écart de fréquence trop grand
- "ECHEC SYNC. dPhi" pour écart de phase trop grand.

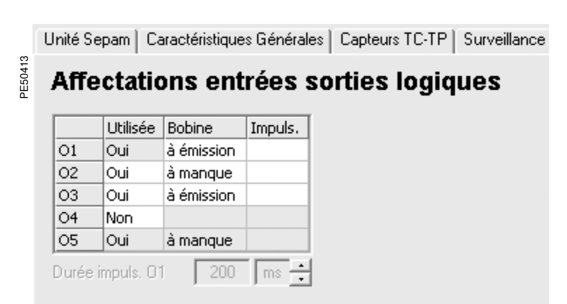
Un temps additionnel permet de confirmer l'autorisation de fermeture pour garantir que les conditions de fermeture soient d'une durée suffisante.

Schéma de principe





SFT2841 : paramétrage de la Commande appareillage.



SFT2841 : paramétrage par défaut des sorties logiques affectées à la Commande appareillage.

Paramétrage

Le paramétrage et l'adaptation de la fonction Commande appareillage au type d'appareil de coupure à commander est réalisé avec le logiciel SFT2841.

Onglet "Logique de commande"

■ mise en service de la fonction Commande appareillage
■ choix du type d'appareil de coupure à commander : disjoncteur (par défaut) ou contacteur
■ mise en service de la fonction Contrôle de synchronisme, si nécessaire.

Onglet "E/S logiques"

■ affectation des entrées logiques nécessaires
■ définition du comportement des sorties logiques.

Par défaut, les sorties suivantes sont utilisées :

Sortie logique	Ordre interne associé	Bobine disjoncteur
O1	Déclenchement (V_TRIPPED)	A émission
O2	Verrouillage enclenchement (V_CLOSE_INHIBITED)	A manque
O3	Enclenchement (V_CLOSED)	A émission

■ l'ordre Déclenchement est toujours associé à la sortie O1.
Si la sortie O1 est paramétrée pour un fonctionnement impulsionnel, la durée de l'impulsion de commande est paramétrable
■ les ordres optionnels Verrouillage enclenchement et Enclenchement peuvent être affectés à n'importe quelle sortie logique.

Onglet "Matrice", bouton "Logique"

Modification de l'affectation des ordres internes affectés par défaut aux sorties O2 et O3, si nécessaire.

Commande appareillage
Code ANSI 94/69

Caractéristiques

Réglages	
Commande appareillage	
Plage de réglage	En service / Hors service
Type appareillage	
Plage de réglage	Disjoncteur / Contacteur
Durée de l'impulsion de déclenchement (sortie O1)	
Plage de réglage	200 ms à 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Fermeture avec contrôle du synchronisme	
Plage de réglage	En service / Hors service
Temporisation de demande de fermeture Tdf	
Plage de réglage	0 à 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Temporisation de confirmation du synchronisme Tcs	
Plage de réglage	0 à 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Déclenchement, ouverture	V_TRIPCB	■	■
Verrouillage de l'enclenchement	V_INHIBECLOSE	■	■
Enclenchement, fermeture (avec contrôle du synchronisme si activé)	V_CLOSECB	■	■
Enclenchement, fermeture sans contrôle du synchronisme	V_CLOSE_NOCTRL	■	■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Commande appareillage en service	V_SWCTRL_ON		■	
Déclenchement, ouverture	V_TRIPPED	■	■	■
Verrouillage de l'enclenchement	V_CLOSE_INHIBITED	■	■	■
Enclenchement, fermeture	V_CLOSED	■	■	■
Commande contacteur	V_CONTACTOR		■	■
Contrôle du synchronisme en service	V_SYNC_ON		■	■
Demande de fermeture avec contrôle de synchronisme en cours	V_SYNC_INPROC		■	■
Arrêt de la fermeture avec contrôle de synchronisme	V_SYNC_STOP		■	■
Fermeture avec contrôle de synchronisme effectuée	V_SYNC_OK		■	■
Échec de la fermeture avec contrôle de synchronisme	V_NOSYNC		■	■
Échec de la fermeture avec contrôle de synchronisme – Écart de tension trop grand	V_NOSYNC_DU		■	■
Échec de la fermeture avec contrôle de synchronisme – Écart de fréquence trop grand	V_NOSYNC_DF		■	■
Échec de la fermeture avec contrôle de synchronisme – Écart de phase trop grand	V_NOSYNC_DPHI		■	■

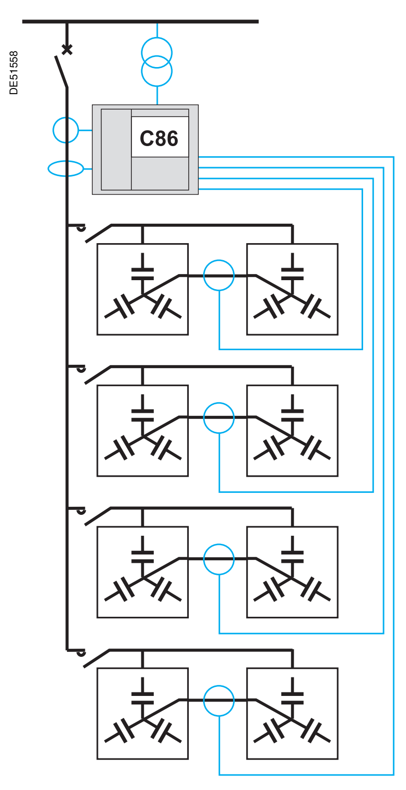
***(1)** Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).*

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC1	BO0	20, 21, 1 (OFF)	CSWI1.Pos.ctlVal
TC2	BO1	20, 21, 1 (ON)	CSWI1.Pos.ctlVal
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS233	BI334	2, 160, 68	-

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Fonction prédéfinie de commande du disjoncteur protégeant une batterie de condensateurs et des interrupteurs de chaque gradin de condensateurs. Cette fonction ne concerne que les Sepam C86.



Exemple d'application Sepam C86 : protection par disjoncteur d'une batterie de condensateurs à 4 gradins.

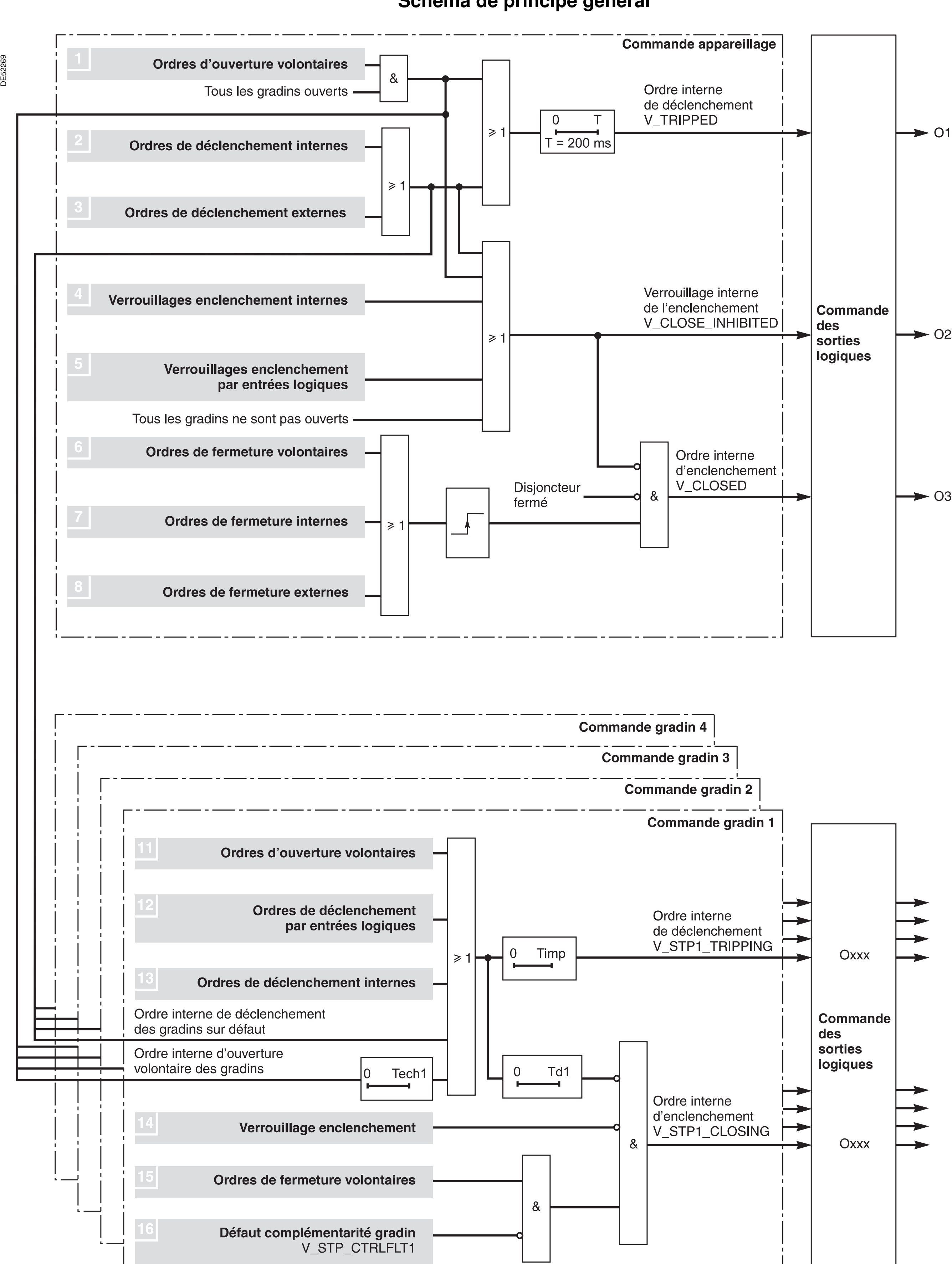
Fonctionnement
La fonction Commande appareillage du Sepam C86 réalise :
- la commande du disjoncteur protégeant la batterie de condensateurs (disjoncteur avec bobine de déclenchement à émission ou à manque)
- la commande des interrupteurs de gradin (4 gradins maximum) de la batterie de condensateurs, avec prise en compte :
  - des ordres de commande manuels volontaires
  - des ordres de commande automatiques, en provenance d'un régulateur varmétrique.

Commande des sorties logiques
Les ordres logiques issus de la fonction Commande appareillage sont utilisés pour commander les sorties logiques de Sepam qui commandent :
- l'ouverture et la fermeture du disjoncteur
- l'ouverture et la fermeture de chaque interrupteur de gradin.

La commande des sorties logiques est adaptée par paramétrage au type d'appareillage à commander, disjoncteur ou interrupteur de gradin.

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Schéma de principe général



4

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Commande du disjoncteur
Elle se décompose en 2 traitements :
■ élaboration des ordres internes de commande du disjoncteur :
□ déclenchement (ou ouverture) du disjoncteur 1, 2, 3
□ enclenchement (ou fermeture) du disjoncteur 6, 7, 8
□ verrouillage de l'enclenchement du disjoncteur 4, 5
■ exploitation des ordres internes pour la commande des sorties logiques en fonction du type de disjoncteur à commander.

Elaboration des ordres internes de commande du disjoncteur
La fonction Commande appareillage traite l'ensemble des conditions d'enclenchement et de déclenchement du disjoncteur à partir :
■ des fonctions de protection (configurées pour déclencher le disjoncteur)
■ des informations d'état du disjoncteur et des interrupteurs des gradins de condensateurs
■ des ordres de commande à distance via la communication
■ des ordres de commande locale par entrée logique ou par IHM synoptique
■ des ordres de commande internes élaborés par équation logique ou par Logipam.
Elle verrouille également l'enclenchement du disjoncteur selon les conditions d'exploitation.

Ouverture du disjoncteur
■ Ouverture volontaire :
Un ordre d'ouverture du disjoncteur provoque une ouverture échelonnée des interrupteurs de gradin. Cet ordre est maintenu pendant un temps T1, temps nécessaire à l'ouverture échelonnée des interrupteurs de gradin et du disjoncteur. Le disjoncteur s'ouvre après l'ouverture de tous les interrupteurs de gradin pour éviter qu'il ne coupe le courant capacitif.
■ Déclenchement :
Les protections (les exemplaires configurés comme déclenchant le disjoncteur et les protections externes) provoquent le déclenchement du disjoncteur. Après ouverture de celui-ci, un ordre d'ouverture est donné simultanément à tous les interrupteurs de gradin.

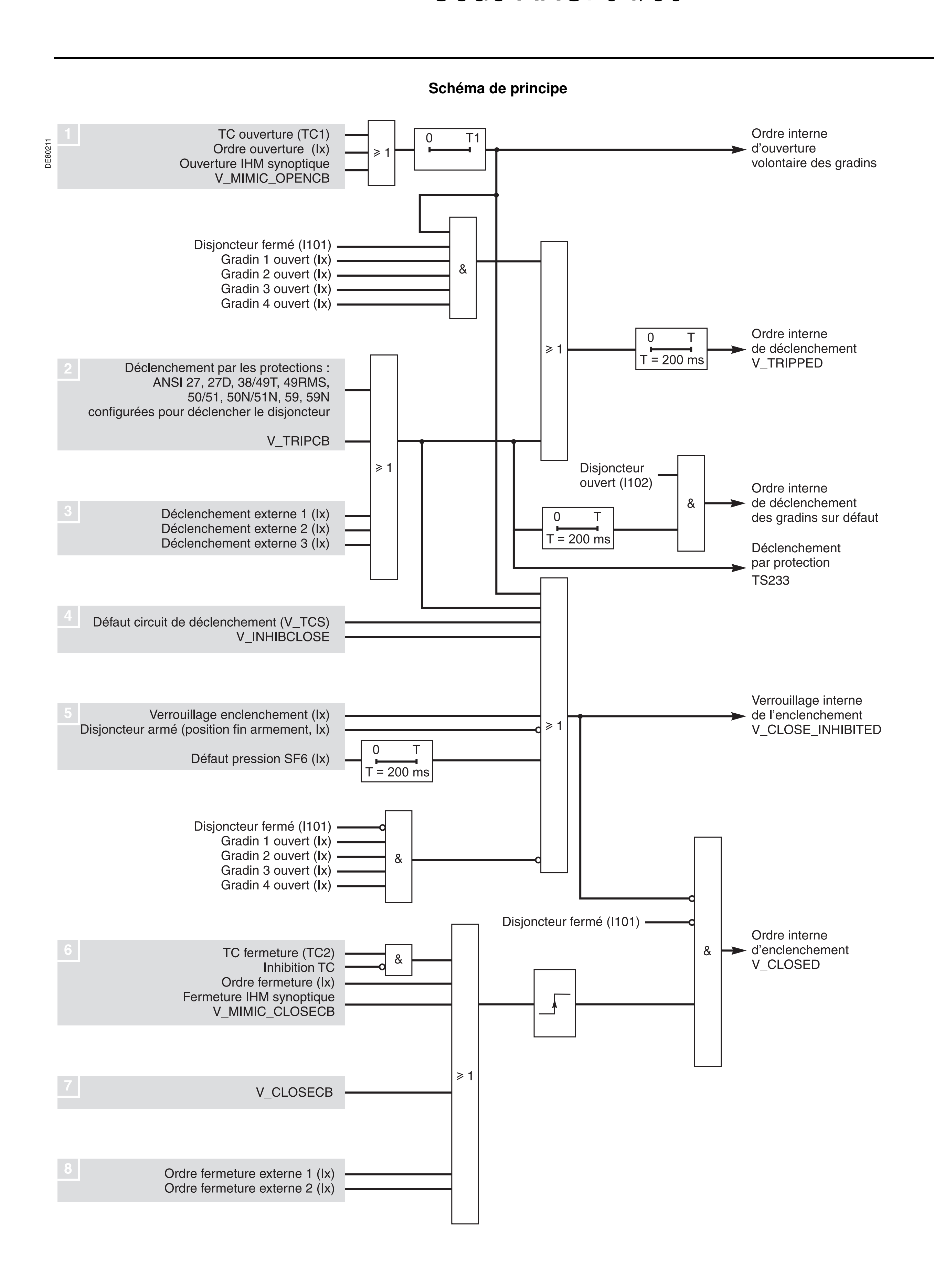
Fermeture du disjoncteur
La fermeture du disjoncteur ne se fait qu'à la condition que tous les interrupteurs de gradin soient ouverts.

Fonction antipompage
Pour éviter la commande simultanée de l'ouverture et de la fermeture du disjoncteur et donner la priorité aux ordres d'ouverture, la commande de fermeture du disjoncteur est impulsionnelle.

Commande appareillage avec verrouillage (ANSI 86)
La fonction ANSI 86 traditionnellement réalisée par les relais de verrouillage peut être assurée par Sepam en utilisant la fonction prédéfinie Commande appareillage, avec accrochage de toutes les conditions de déclenchement (sorties des fonctions de protection et entrées logiques).
Sepam réalise alors :
■ le regroupement de toutes les conditions de déclenchement et la commande du disjoncteur
■ l'accrochage de l'ordre de déclenchement, avec verrouillage de l'enclenchement, jusqu'à disparition et acquittement volontaire de la cause du déclenchement (voir fonction Accrochage / acquittement)
■ la signalisation de la cause du déclenchement :
□ localement par voyants de signalisation (Trip et autres) et par messages sur l'afficheur
□ à distance par télésignalisations (voir fonction Signalisations).

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Schéma de principe



4

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Commande des gradins de condensateurs

Commande automatique
Lorsque l'entrée logique "Commande automatique gradins" est active, chaque gradin peut être commandé automatiquement à partir de l'automatisme de régulation varmétrique (VAR). Dans ce cas, la même entrée sert à l'ouverture et à la fermeture de l'interrupteur d'un gradin (une entrée par gradin) :
- entrée à l'état 1 : fermeture de l'interrupteur du gradin x
- entrée à l'état 0 : ouverture de l'interrupteur du gradin x.

Commande manuelle
Lorsque l'entrée logique "Commande manuelle gradins" est active, chaque gradin peut être commandé manuellement en ouverture et en fermeture :
- localement par des entrées logiques spécifiques (une entrée ouverture et une entrée fermeture par gradin)
- à distance par télécommande.

Verrouillage de la commande volontaire des gradins de condensateurs
Une entrée logique permet de verrouiller la commande volontaire des interrupteurs de gradin. Par contre elle n'interdit pas leur déclenchement en cas de défaut ni leur ouverture après ouverture du disjoncteur.

Ouverture d'un interrupteur de gradin
Toute ouverture d'un interrupteur de gradin, volontaire ou de déclenchement, active une temporisation de décharge qui en verrouille la fermeture pour assurer une décharge correcte des condensateurs du gradin.
- ouverture volontaire : commande manuelle ou automatique de l'interrupteur de gradin
- ouverture de déclenchement , provoquée par :
  - les exemplaires de la protection de déséquilibre ANSI 51C associés au gradin et configurés en déclenchement du gradin [13]
  - l'entrée logique "Déclenchement gradin x" (une entrée par gradin) [12]
  - équation logique ou Logipam [13]

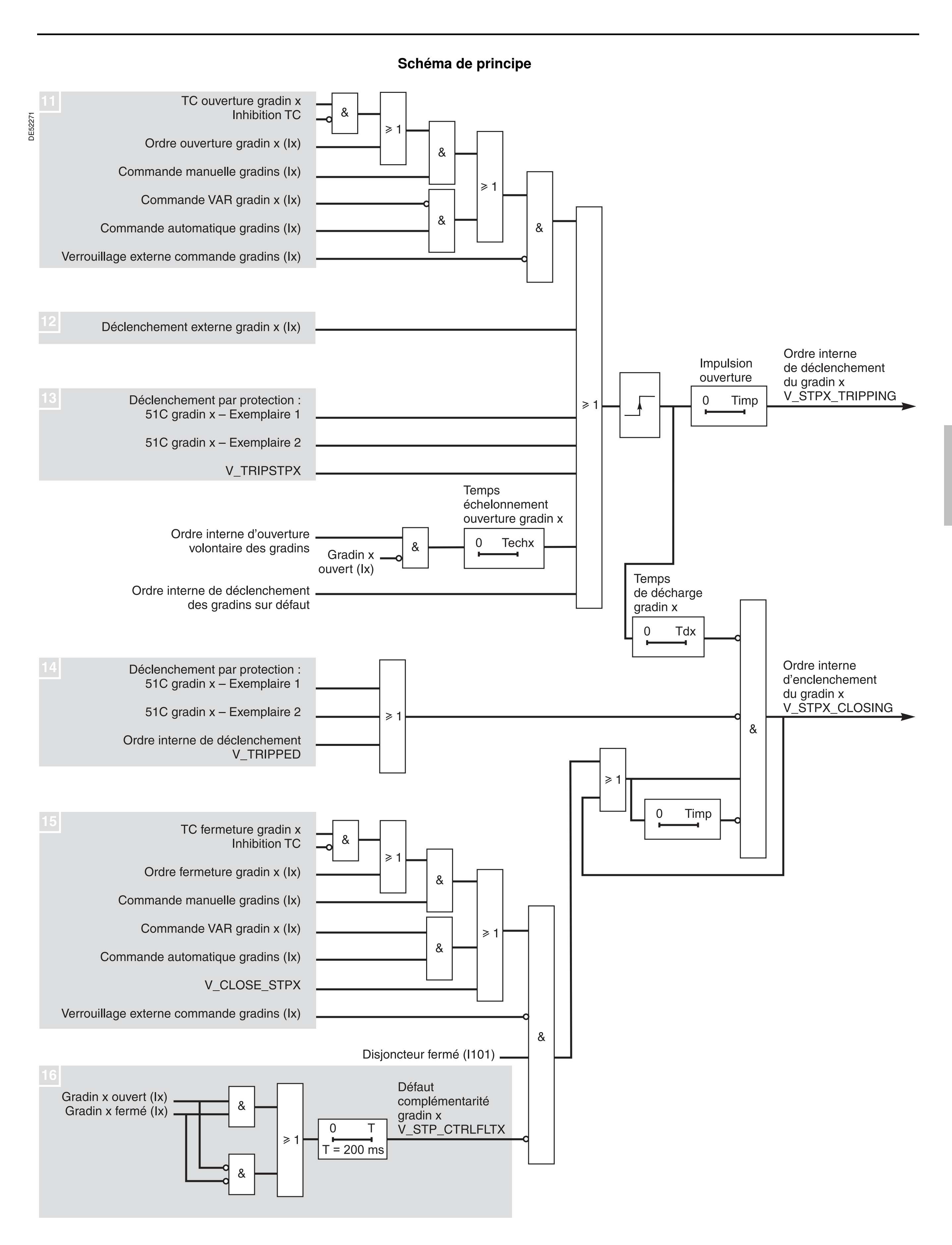
Les ordres de déclenchement à accrochage verrouillent la fermeture de l'interrupteur de gradin tant qu'ils n'ont pas été réarmés [14].
L'ordre d'ouverture est au minimum de la durée de la temporisation de l'impulsion d'ouverture et de fermeture.

Fermeture d'un interrupteur de gradin [15]
L'ordre de fermeture est toujours volontaire, en commande manuelle ou automatique. Il est de la durée de la temporisation de l'impulsion d'ouverture et de fermeture.
La fermeture d'un interrupteur de gradin ne se fait qu'après écoulement de la temporisation de décharge du gradin et après la fermeture du disjoncteur, s'il n'y a pas de défaut protection ou de verrouillage.

Défaut de complémentarité d'un interrupteur de gradin [16]
Cette fonction surveille la complémentarité des entrées logiques de position de l'interrupteur de gradin quand elles sont paramétrées sur des entrées logiques (Ix). En cas de défaut de complémentarité d'un interrupteur de gradin, la commande de fermeture de cet interrupteur est verrouillé.

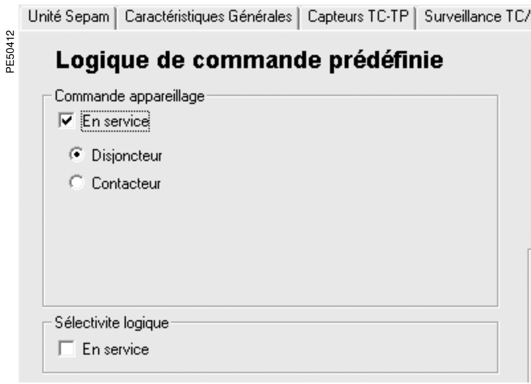
Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Schéma de principe

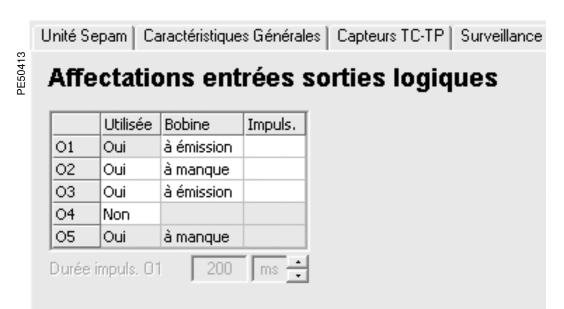


4

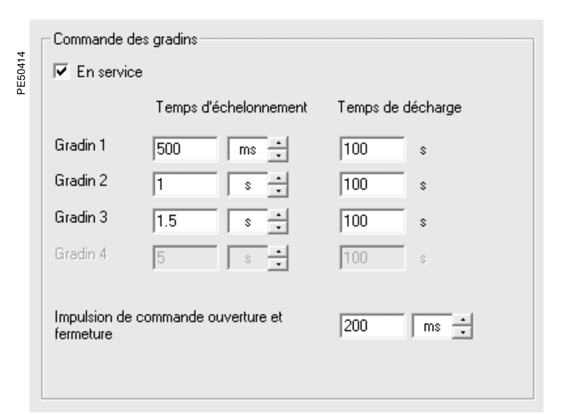
Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69



SFT2841 : paramétrage de la Commande appareillage.



SFT2841 : paramétrage par défaut des sorties logiques affectées à la Commande appareillage.



SFT2841 : paramétrage de la fonction Commande des gradins de condensateurs.

Paramétrage de la commande du disjoncteur

Le paramétrage et l'adaptation de la fonction au type de disjoncteur à commander est réalisé avec le logiciel SFT2841.

Onglet "Logique de commande"
- mise en service de la fonction Commande appareillage
- type d'appareillage à commander : Disjoncteur

Onglet "E/S logiques"
- affectation des entrées logiques nécessaires
- définition du comportement des sorties logiques.

Par défaut, les sorties suivantes sont utilisées :

Sortie logique	Ordre interne associé	Bobine disjoncteur
O1	Déclenchement (V_TRIPPED)	A émission
O2	Verrouillage enclenchement (V_CLOSE_INHIBITED)	A manque
O3	Enclenchement (V_CLOSED)	A émission

- l'ordre Déclenchement est toujours associé à la sortie O1.

Si la sortie O1 est paramétrée pour un fonctionnement impulsionnel, la durée de l'impulsion de commande est paramétrable.
- les ordres optionnels Verrouillage enclenchement et Enclenchement peuvent être affectés à n'importe quelle sortie logique.

Onglet "Matrice", bouton "Logique"
Modification de l'affectation des ordres internes affectés par défaut aux sorties O2 et O3, si nécessaire.

Paramétrage de la commande des gradins de condensateurs

Le paramétrage et l'adaptation de la fonction est réalisé avec le logiciel SFT2841.

Onglet "Caractéristiques particulières"
Configuration de la batterie de condensateurs, avec paramétrage du nombre de gradins.

Onglet "Logique de commande"
Configuration de la commande des gradins :
- mise en service de la fonction Commande des gradins de condensateurs
- réglage des temporisations d'échelonnement de l'ouverture des gradins, des temporisation de décharge des gradins de condensateurs et de la durée de l'impulsion de commande des interrupteurs de gradin.

Onglet "E/S logiques"
- affectation des entrées logiques nécessaires
- définition du comportement des sorties logiques affectées à la commande des interrupteurs des gradins de condensateurs.

Commande appareillage des gradins de condensateurs
Code ANSI 94/69

Caractéristiques

Réglages				
Commande appareillage				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Type appareillage				
Plage de réglage	Disjoncteur / Contacteur			
Durée de l'impulsion de déclenchement (sortie O1)				
Plage de réglage	200 ms à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Commande des gradins de condensateurs				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Temporisation d'échelonnement de l'ouverture d'un gradin Techx (1 temporisation par gradin)				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temporisation de décharge d'un gradin Tdx (1 temporisation par gradin)				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Durée de l'impulsion de commande d'ouverture et de fermeture des gradins Timp				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			

Entrées			
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**
Déclenchement, ouverture	V_TRIPCB	■	■
Verrouillage de l'enclenchement	V_INHIBECLOSE	■	■
Enclenchement, fermeture	V_CLOSECB	■	■
Déclenchement gradin 1	V_TRIP_STP1		■
Déclenchement gradin 2	V_TRIP_STP2		■
Déclenchement gradin 3	V_TRIP_STP3		■
Déclenchement gradin 4	V_TRIP_STP4		■
Enclenchement gradin 1	V_CLOSE_STP1		■
Enclenchement gradin 2	V_CLOSE_STP2		■
Enclenchement gradin 3	V_CLOSE_STP3		■
Enclenchement gradin 4	V_CLOSE_STP4		■

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Commande appareillage en service	V_SWCTRL_ON		■	■
Déclenchement, ouverture	V_TRIPPED	■	■	■
Verrouillage de l'enclenchement	V_CLOSE_INHIBITED	■	■	■
Enclenchement, fermeture	V_CLOSED	■	■	■
Commande contacteur	V_CONTACTOR		■	■
Commande gradin en service	V_BANK_ON		■	■
Déclenchement gradin 1	V_STP1_TRIPPING		■	■
Déclenchement gradin 2	V_STP2_TRIPPING		■	■
Déclenchement gradin 3	V_STP3_TRIPPING		■	■
Déclenchement gradin 4	V_STP4_TRIPPING		■	■
Enclenchement gradin 1	V_STP1_CLOSING		■	■
Enclenchement gradin 2	V_STP2_CLOSING		■	■
Enclenchement gradin 3	V_STP3_CLOSING		■	■
Enclenchement gradin 4	V_STP4_CLOSING		■	■
Défaut complémentarité gradin 1	V_STP1_CTRLFLT		■	■
Défaut complémentarité gradin 2	V_STP2_CTRLFLT		■	■
Défaut complémentarité gradin 3	V_STP3_CTRLFLT		■	■
Défaut complémentarité gradin 4	V_STP4_CTRLFLT		■	■

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC1	BO0	20, 21, 1 (OFF)	CSWI1.Pos.ctlVal
TC2	BO1	20, 21, 1 (ON)	CSWI1.Pos.ctlVal
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS233	BI334	2, 160, 68	-

Accrochage acquittement

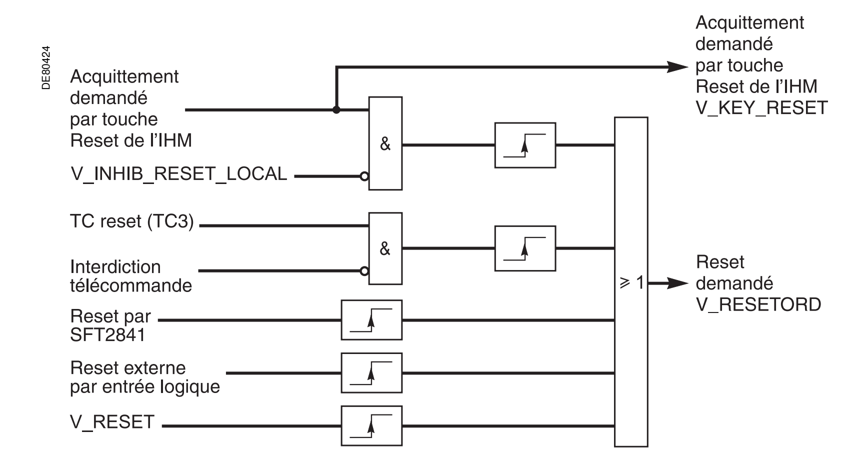
Fonctionnement

Les sorties de déclenchement de toutes les fonctions de protection et toutes les entrées logiques Ix peuvent être accrochées individuellement.
Les sorties logiques ne peuvent pas être accrochées. Les sorties logiques paramétrées en mode impulsionnel conservent un fonctionnement impulsionnel, même lorsqu'elles sont associées à des informations accrochées.
Les informations accrochées sont sauvegardées sur coupure de l'alimentation auxiliaire.
L'acquittement de toutes les informations accrochées est collectif. Il est réalisé :

- soit localement sur l'IHM avec la touche (reset)
- soit à distance par l'intermédiaire d'une entrée logique, du logiciel SFT2841 ou via la communication
- soit par équation logique ou par Logipam.

La télésignalisation TS5 est présente tant que l'acquittement n'a pas eu lieu après un accrochage.
La fonction Accrochage/acquittement associée à la fonction Commande appareillage permet la réalisation de la fonction ANSI 86 Relais de verrouillage.

Schéma de principe



Caractéristiques

Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Inhibition de la touche Reset de l'IHM	V_INHIB_RESET_LOCAL	■	■	
Acquittement par équation logique ou par Logipam	V_RESET	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Acquittement demandé	V_RESETORD		■	
Acquittement demandé par touche Reset de l'IHM	V_KEY_RESET		■	

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS5	BI0	1, 160, 19	LLN0.LEDRs.stVal
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC3	BO2	20, 160, 19	LLN0.LEDRs.ctlVal

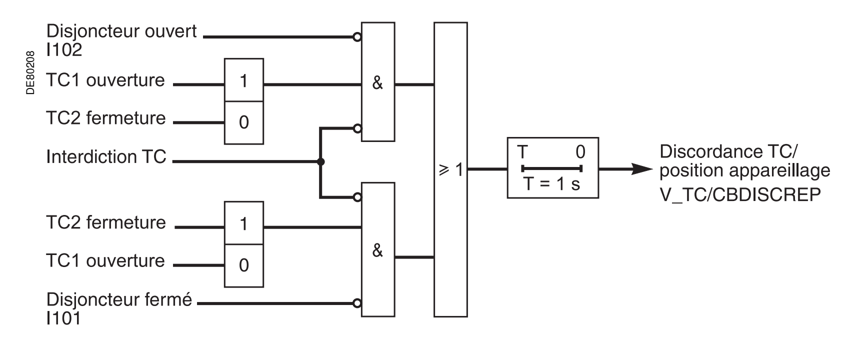
Discordance TC/position appareillage Déclenchement

Discordance TC/position appareillage

Fonctionnement

Cette fonction permet de détecter un écart entre la dernière télécommande reçue et la position réelle du disjoncteur ou du contacteur.
L'information est accessible dans la matrice et à travers la télésignalisation TS3.

Schéma de principe



Caractéristiques

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Discordance TC / position appareillage	V_TC/CBDISCREP		■	

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC1	BO0	20, 21, 1 (OFF)	CSWI1.Pos.ctlVal
TC2	BO1	20, 21, 1 (ON)	CSWI1.Pos.ctlVal
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS3	BI18	-	-

Déclenchement

Description

L'information est accessible à travers la télésignalisation TS233.
Elle indique qu'une protection interne ou externe à Sepam a déclenché.

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TS	**Binary Input**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TS233	BI334	2, 160, 68	-

Déclenchement de l'oscilloperturbographie

Fonctionnement

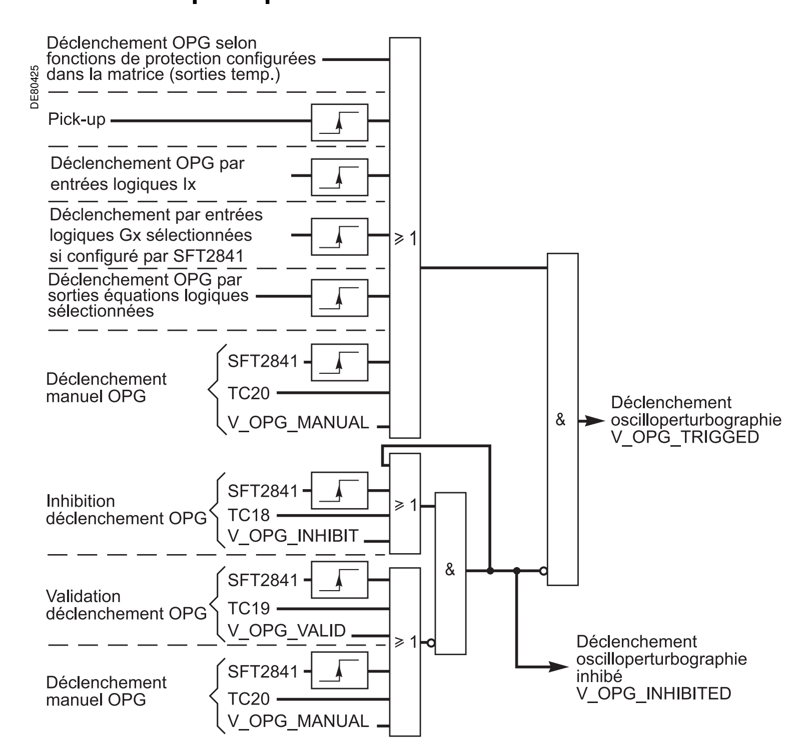
L'enregistrement des grandeurs analogiques et de signaux logiques peut être déclenché par différents événements, suivant paramétrage de la matrice de commande ou action manuelle :

- déclenchement par le regroupement de tous les signaux pick-up des fonctions de protection en service
- déclenchement par la sortie temporisée des fonctions de protection sélectionnées
- déclenchement par les entrées logiques sélectionnées
- déclenchement par les sorties Vx des équations logiques sélectionnées
- déclenchement manuel à distance par une télécommande (TC20)
- déclenchement manuel à partir du logiciel SFT2841
- déclenchement manuel par Logipam
- déclenchement par les entrées logiques Gx sélectionnées (si enregistrement configuré dans l'écran OPG du logiciel SFT2841).

Le déclenchement de l'oscilloperturbographie peut être :

- inhibé à partir du logiciel SFT2841, par télécommande (TC18) ou par Logipam
- validé à partir du logiciel SFT2841, par télécommande (TC19) ou par Logipam.

Schéma de principe



4

Déclenchement de l'oscilloperturbographie

Caractéristiques

Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Inhibition de la fonction oscilloperturbographie	V_OPG_INHIBIT		■	
Validation de la fonction oscilloperturbographie	V_OPG_VALID		■	
Déclenchement manuel d'un enregistrement d'oscilloperturbographie	V_OPG_MANUAL		■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Déclenchement oscilloperturbographie	V_OPG_TRIGGED		■	
Déclenchement oscilloperturbographie inhibé	V_OPG_INHIBITED		■	■
Oscilloperturbographie en service	V_OPG_ON		■	

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC18	BO3	-	RDRE1.RcdInh.ctlVal
TC19	BO4	-	RDRE1.RcdInh.ctlVal
TC20	BO5	-	RDRE1.RcdTrg.ctlVal

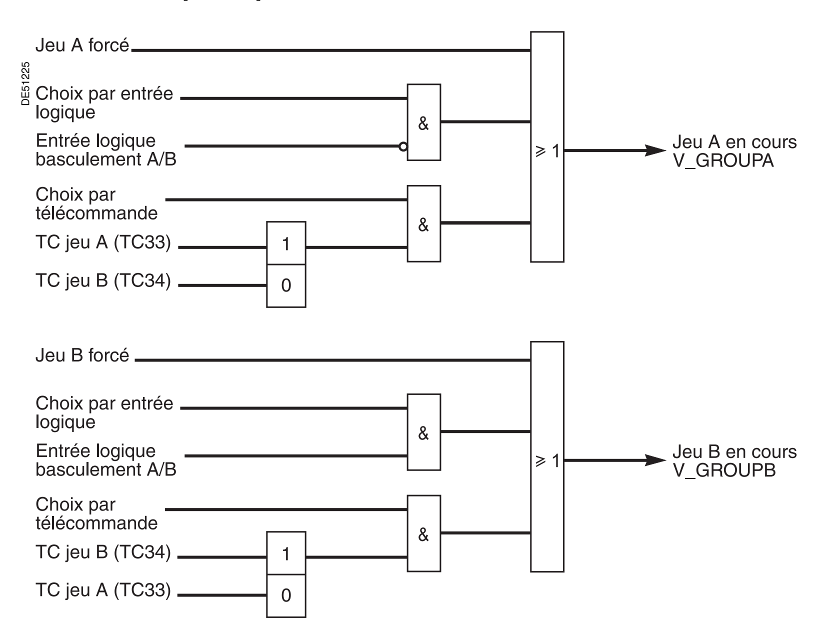
Basculement jeux de réglages

Fonctionnement

Les protections maximum de courant phase, maximum de courant terre, maximum de courant phase directionnelle et maximum de courant terre directionnelle disposent de 2 jeux de réglages jeu A / jeu B. Le basculement d'un jeu de réglages à un autre permet d'adapter les caractéristiques des protections à l'environnement électrique de l'application (changement de régime de neutre, passage en production locale, …). Il est global et s'applique donc à l'ensemble des exemplaires des protections citées plus haut.
Par paramétrage on détermine le mode de basculement des jeux de réglages :

- basculement suivant position d'une entrée logique (0 = jeu A, 1 = jeu B)
- basculement par télécommande (TC33, TC34)
- jeu A ou jeu B forcé.

Schéma de principe



Caractéristiques

Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Jeu A en cours	V_GROUPA		■	
Jeu B en cours	V_GROUPB		■	

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC33	BO8	20, 160, 23	LLN0.SGCB
TC34	BO9	20, 160, 24	LLN0.SGCB

Fonctionnement

Cette fonction permet d'obtenir une réduction considérable du temps de déclenchement des disjoncteurs situés les plus près de la source et la sélectivité logique dans les réseaux en boucle fermée.
Elle s'applique aux protections à maximum de courant phase 50/51, phase directionnelle 67, terre 50N/51N et terre directionnelle 67N à temps indépendant ou dépendant.

La sélectivité logique du Sepam série 80 est constituée de 2 sous-ensembles qui sont appelés groupes de sélectivité.
Chaque groupe est constitué de :
■ seuils logiques : exemplaires de protection émettant un ordre d'attente logique (AL) et dont le déclenchement peut être inhibé par la réception d'une AL.
■ seuils chronométriques : exemplaires de protection dont le déclenchement ne peut être inhibé par une AL et n'émettant pas d'ordre d'AL. Ils sont utilisés en secours des seuils logiques.

Lorsqu'un défaut se produit :
■ les seuils logiques sollicités par le défaut émettent un ordre d'AL
■ les seuils logiques sollicités par le défaut provoquent le déclenchement s'ils ne sont pas inhibés par un ordre d'AL
■ les seuils chronométriques (secours) sollicités par le défaut provoquent le déclenchement.

L'émission des attentes logiques dure le temps nécessaire à l'élimination du défaut. Si le Sepam donne un ordre de déclenchement, elles sont interrompues après une temporisation qui tient compte du temps de fonctionnement de l'appareil de coupure et du temps de retour de la protection. Ce système permet de garantir la sécurité dans des situations dégradées (défaillance de la filerie ou de l'appareillage).

Exemple : distribution en antenne avec utilisation de la sélectivité chronométrique

DE50623

T = Xs + 0,9 s

T = Xs + 0,6 s

T = Xs + 0,3 s

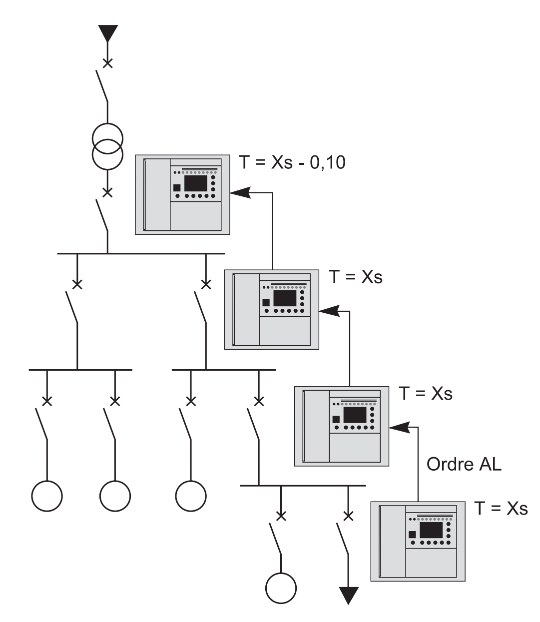
T = Xs

T : temps de réglage de la protection. Par extension pour les courbes à temps indépendant, temps de déclenchement de la protection.

Les protections en amont sont retardées typiquement de 0,3 s pour laisser le temps aux protections en aval de déclencher. Lorsqu'il y a beaucoup de niveaux de sélectivité, le temps d'élimination du défaut au niveau de la source est important.
Dans cet exemple, si le temps d'élimination du défaut pour la protection la plus en aval est de Xs = 0,2 s, alors le temps d'élimination du défaut au niveau de la source est de T = Xs + 0,9 s = 1,1 s.

Exemple : distribution en antenne avec utilisation de la sélectivité logique

DE80339



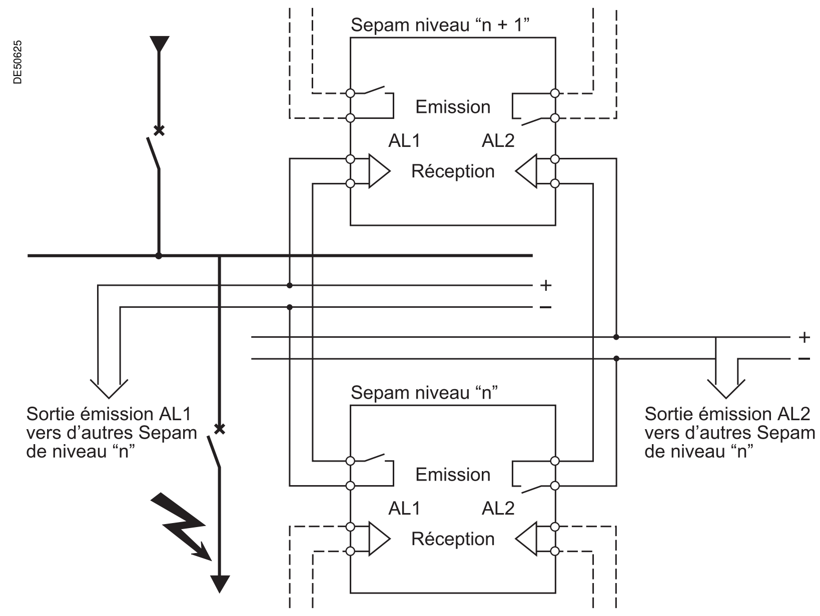
T : temps de réglage de la protection. Par extension pour les courbes à temps indépendant, temps de déclenchement de la protection.

Dès l'apparition du défaut, les protections détectant le défaut bloquent les protections en amont. La protection la plus en aval déclenche car elle n'est pas bloquée par une autre protection. Les réglages des temporisations sont à fixer par rapport à l'élément à protéger.
Dans cet exemple, si le temps d'élimination du défaut pour la protection la plus en aval est de Xs = 0,2 s, alors le temps d'élimination du défaut au niveau de la source est de T = Xs - 0,1 s = 0,1 s.

Sélectivité logique
Principe

Fonctionnement avec des entrées/sorties logiques Ix/Ox
La répartition des exemplaires entre les seuils logiques et les seuils chronométriques dépend de l'application et du paramétrage des entrées/sorties logiques.
Le premier groupe logique est actif si l'une des 2 conditions suivantes est réalisée :
■ la réception AL1 est affectée à une entrée logique Ix sauf pour les moteurs où cette entrée n'existe pas
■ l'émission AL1 est affectée à une sortie Ox (par défaut O102).
Le deuxième groupe logique lorsqu'il est présent dans l'application est actif, si l'une des 2 conditions suivantes est réalisée :
■ la réception AL2 est affectée à une entrée logique Ix
■ l'émission AL2 est affectée à une sortie Ox (par défaut O103).

Le logiciel SFT2841 indique la nature des seuils, logiques ou chronométriques, en fonction du paramétrage des entrées/sorties.



Sélectivité logique utilisant les entrées et sorties logiques filaires Ix et Ox.

La répartition des exemplaires dans les 2 groupes de sélectivité est fixe et ne peut être modifiée. Lors de l'utilisation de la sélectivité logique, il est important de vérifier la concordance entre l'origine de la mesure et le groupe de sélectivité auquel fait référence l'exemplaire.
Par défaut, un même groupe de sélectivité a la même origine de la mesure. Quand plusieurs origines sont possibles, les voies principales I1, I2, I3, I0 sont affectées par défaut au premier groupe, les voies supplémentaires I'1, I'2, I'3, I'0 au second.

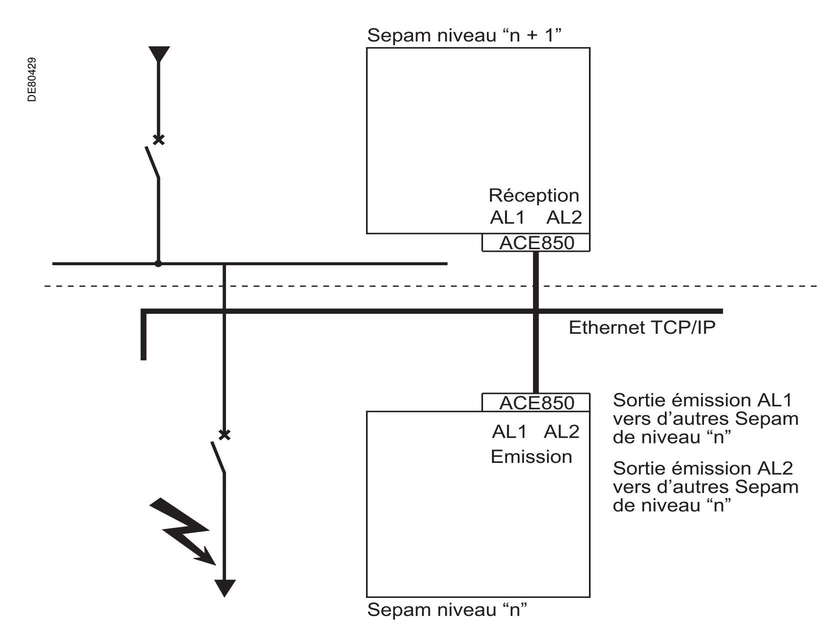
Test des fils pilotes
Le test des fils pilotes peut être réalisé à l'aide de la fonction test des relais de sortie du logiciel SFT2841.

Fonctionnement avec des messages et des entrées logiques GOOSE Gx

Equipé de l'interface ACE850, Sepam série 80 permet de réaliser la sélectivité logique à l'aide des entrées logiques GOOSE et du protocole CEI 61850 sur Ethernet TCP/IP.

Le premier groupe logique est actif si l'une des 2 conditions suivantes est réalisée :
- ■ la réception AL1 est affectée à une entrée logique GOOSE Gx (par défaut G401), sauf pour les Sepam application moteur où cette entrée n'existe pas.
- ■ l'émission d'attente logique AL1 se fait par émission d'un message GOOSE d'attente logique sur le réseau Ethernet.

Le deuxième groupe logique lorsqu'il est présent dans l'application est actif, si l'une des 2 conditions suivantes est réalisée :
- ■ la réception AL2 est affectée à une entrée logique GOOSE Gx (par défaut G402).
- ■ l'émission d'attente logique AL2 se fait par émission d'un message GOOSE d'attente logique sur le réseau Ethernet.



Sélectivité logique utilisant le protocole CEI 61850 et les entrées logiques GOOSE Gx.

Sélectivité logique
Applications S80, S81, T81, B80, B83

Répartition des seuils

Type de protection	N° d'exemplaire Chronométriques	Logiques émission		Logiques réception	
		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
67N (1)	2	1	-	1	-

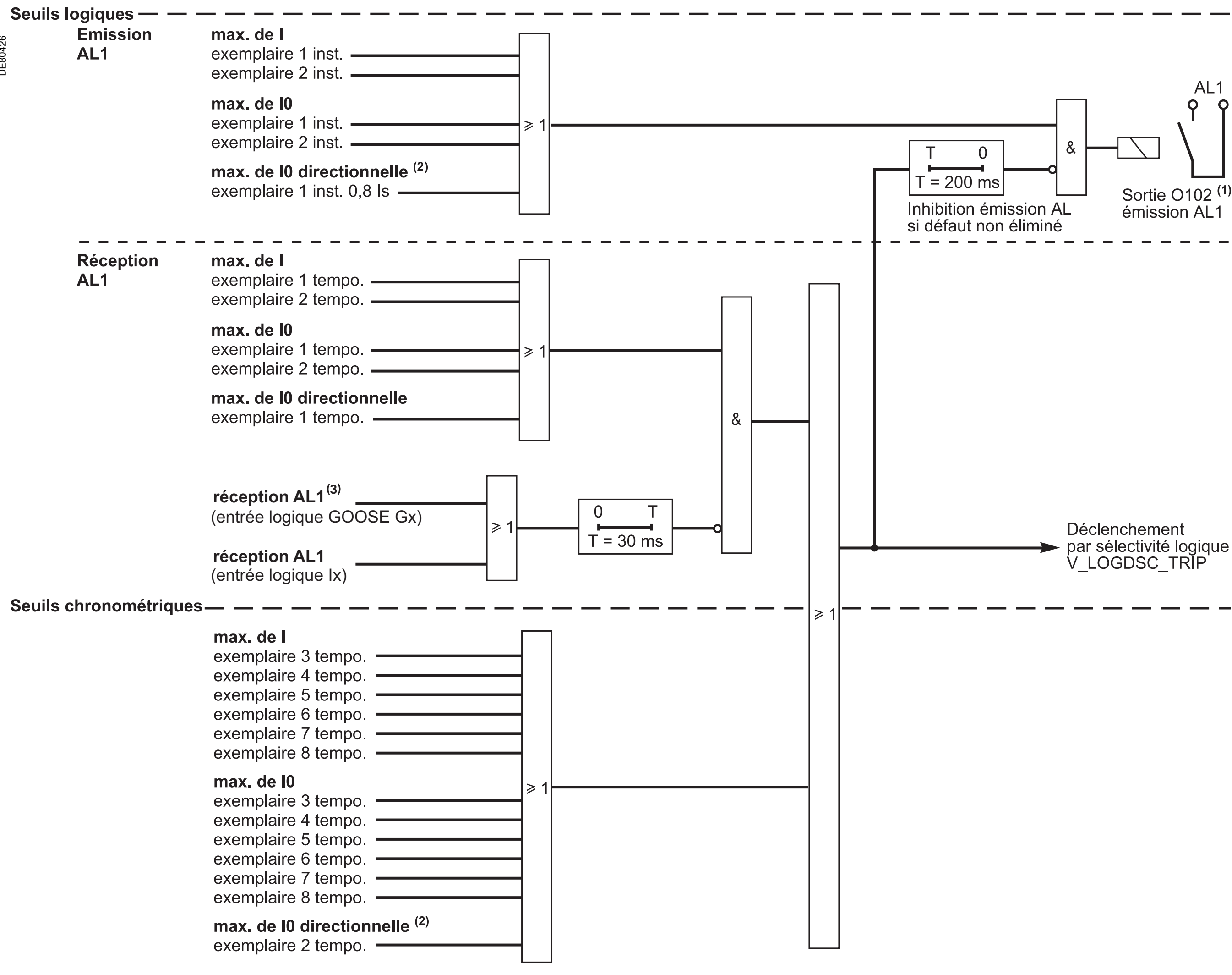
(1) Selon application.

Caractéristiques

Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Déclenchement par sélectivité logique	V_LOGDSC_TRIP	■	■	■ (1)
Emission attente logique 1	V_LOGDSC_BL1	■	■	■
Sélectivité logique en service	V_LOGDSC_ON		■	

(1) Uniquement si la commande appareillage n'est pas en service.

Schéma de principe



(1) Par défaut.
(2) Selon application.
(3) Si utilisation de l'interface de communication ACE850 et d'une entrée logique GOOSE (CEI 61850)

Répartition des seuils

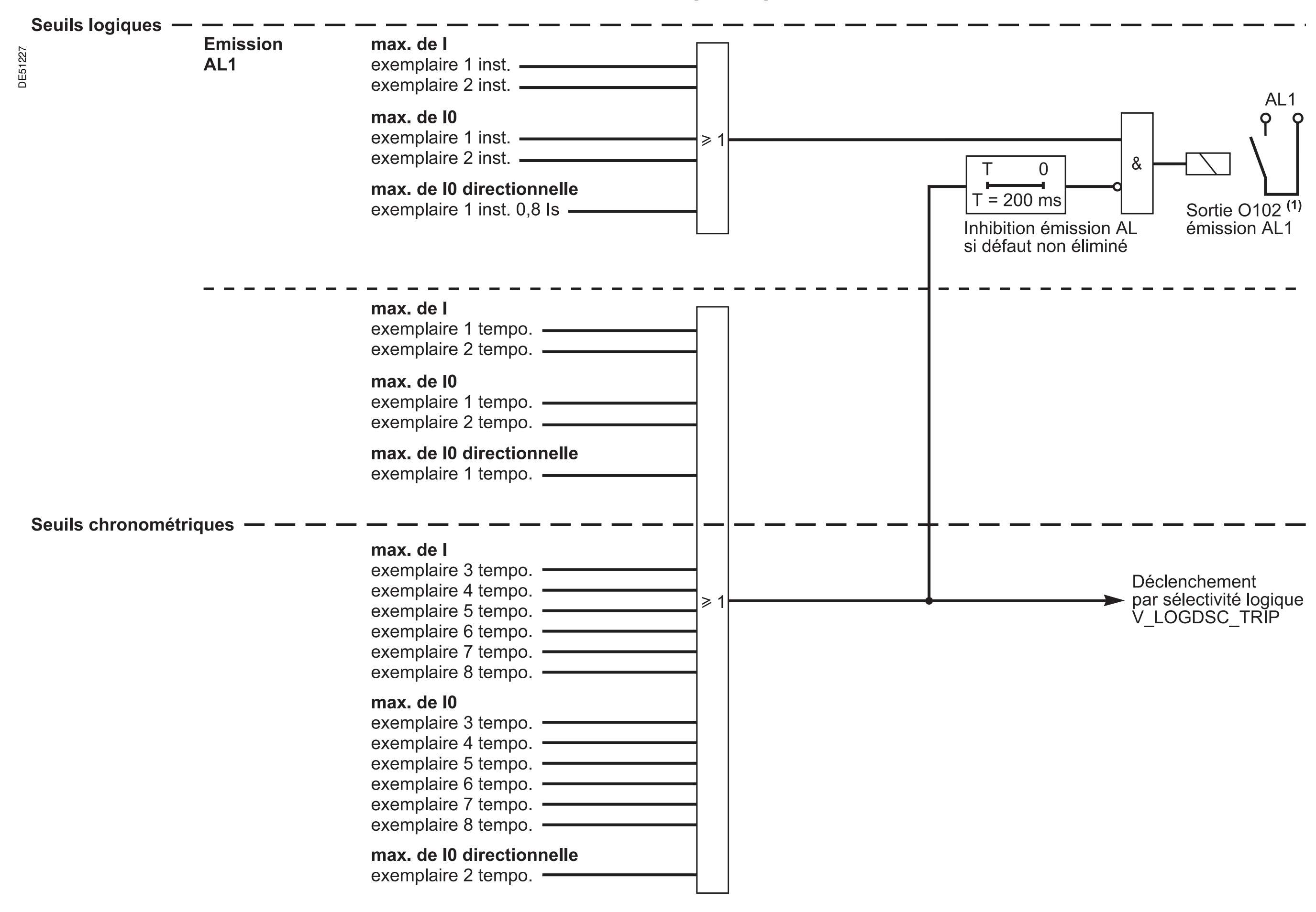
Type de protection	N° d'exemplaire				
	Chronométriques	Logiques émission		Logiques réception	
		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
67N	2	1	-	-	-

Caractéristiques

Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Déclenchement par sélectivité logique	V_LOGDSC_TRIP		■	■ (1)
Emission attente logique 1	V_LOGDSC_BL1		■	■
Sélectivité logique en service	V_LOGDSC_ON		■	

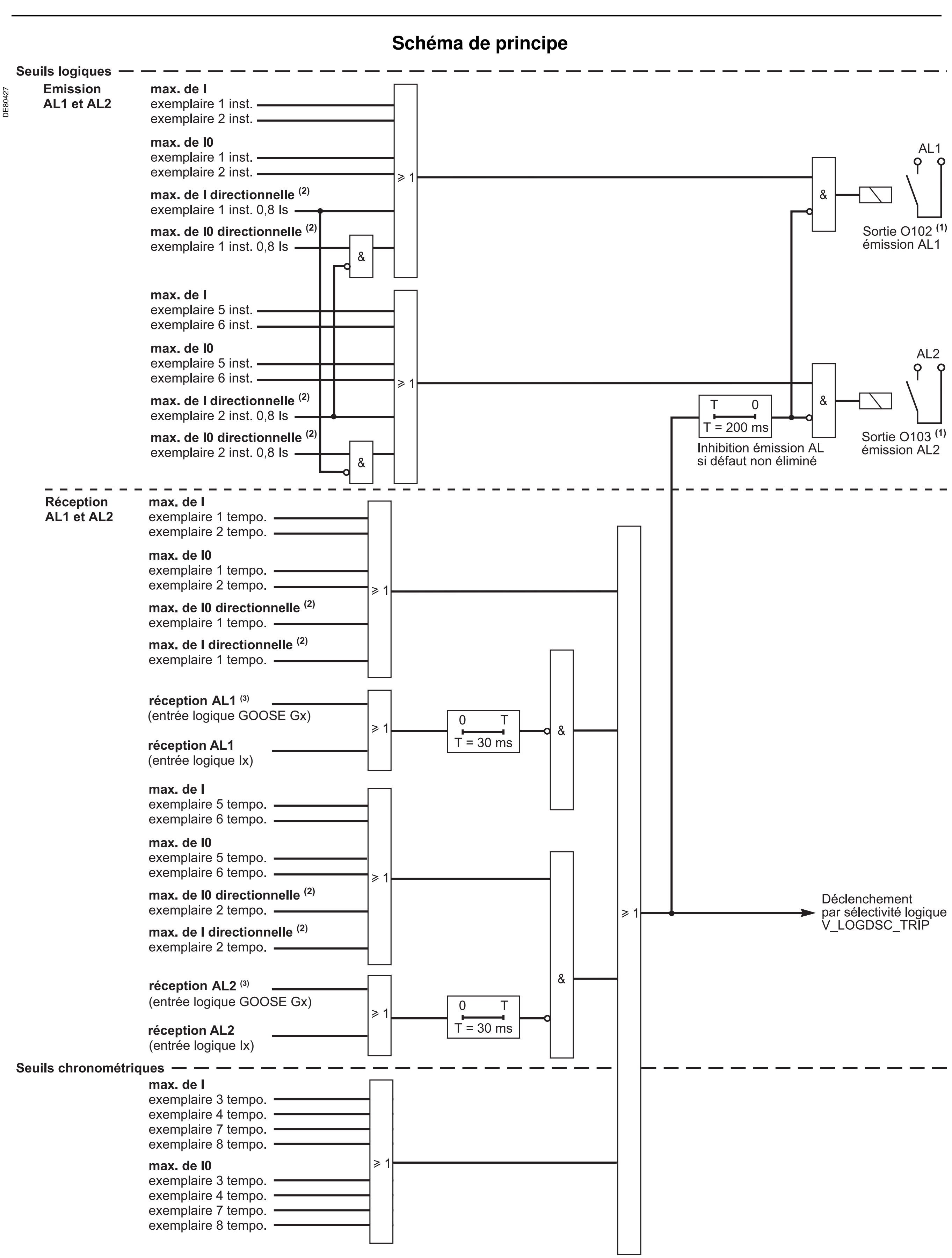
(1) Uniquemenent si la commande appareillage n'est pas en service.

Schéma de principe



Sélectivité logique
Applications S82, S84, T82, T87, G82, G87, G88

Schéma de principe



(1) Par défaut.
(2) Selon application.
(3) Si utilisation de l'interface de communication ACE850 et d'une entrée logique GOOSE (CEI 61850).

Sélectivité logique
Applications S82, S84, T82, T87, G82, G87, G88

Répartition des seuils

Type de protection	N° d'exemplaire				
	Chronométriques	Logiques émission		Logigues réception	
		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2
50/51	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
50N/51N	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
67 (1)	-	1	2	1	2
67N (1)	-	1	2	1	2

(1) *Selon application.*

Caractéristiques

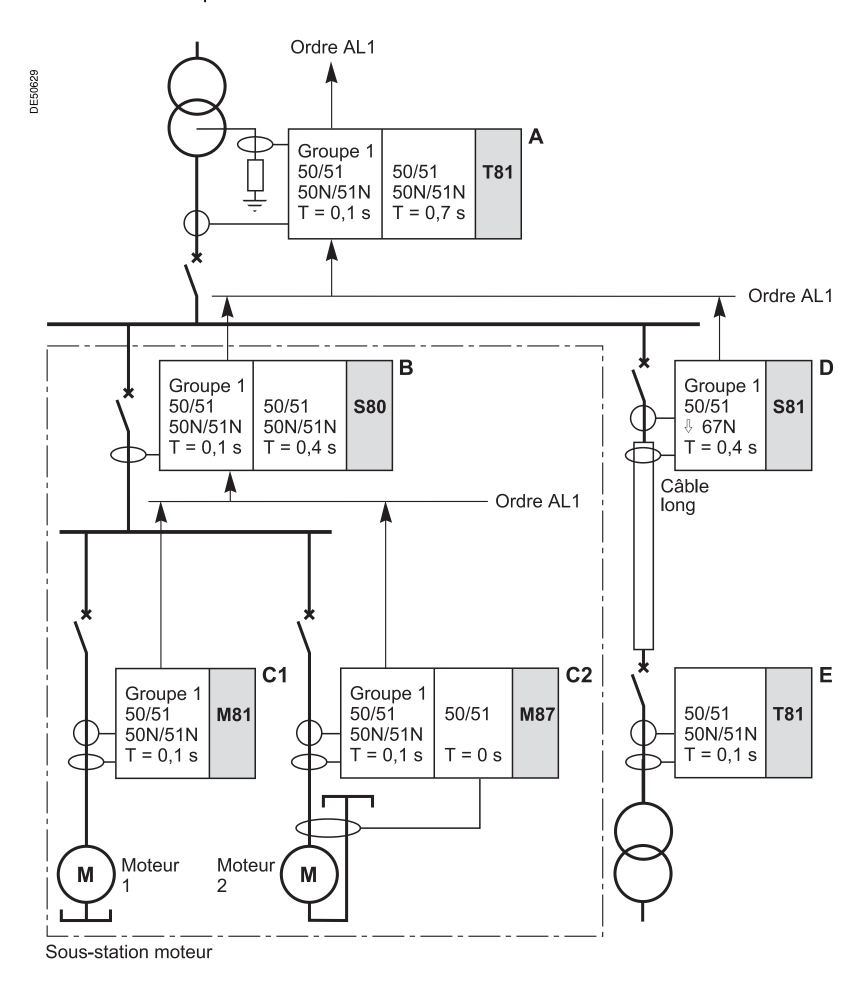
Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Déclenchement par sélectivité logique	V_LOGDSC_TRIP		■	■ (1)
Emission attente logique 1	V_LOGDSC_BL1		■	■
Emission attente logique 2	V_LOGDSC_BL2		■	■
Sélectivité logique en service	V_LOGDSC_ON		■	

(1) *Uniquemenent si la commande appareillage n'est pas en service.*

Sélectivité logique
Exemple de réglage : réseau en antenne

Lorsqu'un défaut se produit dans un réseau en antenne, le courant de défaut parcourt le circuit entre la source et le point de défaut :
- les protections en amont du défaut sont sollicitées
- les protections en aval du défaut ne sont pas sollicitées
- seule la première protection en amont du défaut doit agir.

Exemple de réglage
Une installation 20 kV, alimentée par un transformateur est composée d'un jeu de barres principal, sur lequel est connecté un départ vers une sous-station moteur et un départ lointain transformateur MT/BT. La mise à la terre de l'installation est faite par une résistance au point neutre du transformateur d'arrivée, limitant le courant à une dizaine d'ampère.



⇧ *: sens de détection des protections directionnelles*

: sens de circulation des ordres d'attente logique

Sélectivité logique
Exemple de réglage :
réseau en antenne

Après étude de sélectivité, les réglages des relais de l'installation sont :
■ arrivée : Sepam T81 (relais A)
□ seuils contre les défauts jeu de barres
50/51, 50N/51N : T = 0,1 s (DT)
Sélectivité logique groupe 1 :
- bloqués par relais B et D
- émission AL1 vers relais haute tension
□ seuils en secours
50/51, 50N/51N : T = 0,7 s (DT)
Seuils chronométriques
■ départ vers la sous-station moteur : Sepam S80 (relais B)
□ seuils contre les défauts jeu de barres
50/51, 50N/51N : T = 0,1 s (DT),
Sélectivité logique groupe 1 :
- bloqués par relais C1 et C2
- émission AL1 vers relais A
□ seuils en secours
50/51, 50N/51N : T = 0,4 s (DT)
Seuils chronométriques
■ **départs moteurs :**
■ moteur 1 : Sepam M81 (relais C1)
□ seuils contre les défauts du moteur
50/51, 50N/51N : T = 0,1 s (DT),
Sélectivité logique groupe 1 :
- émission AL1 vers relais B
■ moteur 2 : Sepam M87 (relais C2)
□ seuils contre les défauts du moteur
- 50/51, 50N/51N : T = 0,1 s (DT)
  Sélectivité logique groupe 1 : émission AL1 vers relais B
  Origine de la mesure : I1, I2, I3
- 50/51 en différentielle : T = 0 s (DT)
  Seuil chronométrique
  Origine de la mesure : I'1, I'2, I'3
■ départ transformateur
□ seuils contre les défauts du câble
50/51, 67N : T = 0,4 s (DT),
Sélectivité logique groupe 1
- ces seuils sont réglés chronométriquement par rapport au relais E
- émission AL1 vers relais A.

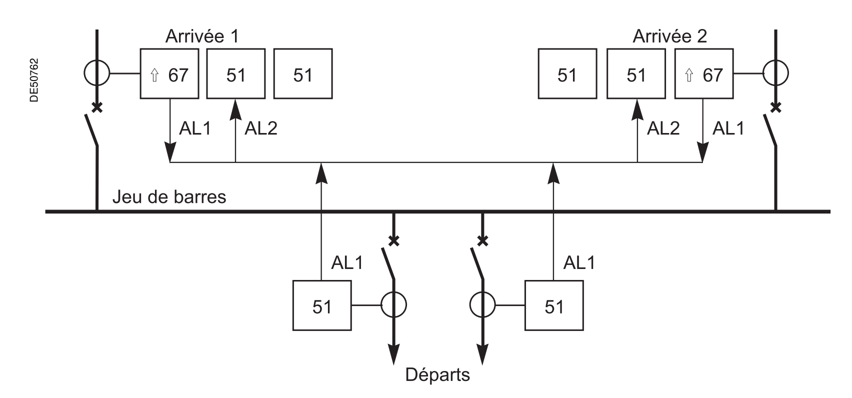
Les paramétrages des entrées et des sorties logiques pour tous les relais concernés sont :
■ la réception AL1 sur I103
■ l'émission AL1 sur O102.

Lors de l’utilisation des entrées logiques GOOSE (CEI 61850), les paramètres des entrées et des sorties sont :
■ réception AL1 : chaque Sepam doit s’abonner au message GOOSE AL1 gcbBasicGse (LDO/PTCR1/blklnd1) le concernant puis envoyer ce message GOOSE d’attente logique sur une entrée logique GOOSE (G401 par défaut pour AL1).
■ émission AL1 : chaque Sepam doit générer un message GOOSE Emission d’attente logique appelé GOOSE Control Block standard qui contient AL1 (gcbBasicGse (LDO/PTRC1/blklnd1))

Pour plus d’informations, se référer au manuel d’utilisation de la communication CEI 61850 Sepam, référence SEPED306024FR.

Sélectivité logique
Exemple de réglage : arrivées en parallèle

La protection des sous-stations alimentées par 2 (ou plus) arrivées en parallèle peut être réalisée en utilisant Sepam S82, T82, G82 par la combinaison de fonctions de protection directionnelle de phase (67) et de terre (67N) avec la fonction sélectivité logique.



⇧ : sens de détection des protections directionnelles

▲ : sens de circulation des ordres d'attente logique

Pour éviter de déclencher les 2 arrivées lorsqu'un défaut survient en amont d'une arrivée, il faut que les protections des arrivées fonctionnent ainsi :

■ la protection 67 de l'arrivée en défaut détecte le courant de défaut dans la direction "ligne", direction de déclenchement de la protection :
□ envoie un ordre d'attente logique pour bloquer les protections maximum de courant phase (50/51) des 2 arrivées
□ puis provoque le déclenchement du disjoncteur de l'arrivée
■ la protection 67 de l'arrivée saine est insensible à un courant de défaut dans la direction "barres".

Exemple de réglage

■ affectation des entrées/sorties logiques :
□ I104 : réception d'attente logique AL2 - **Ne pas affecter d'entrée à AL1**
□ O102 : émission d'attente logique AL1
■ protection 67 exemplaire 1 : direction de déclenchement = ligne
□ sortie instantanée : émission ordre d'attente logique AL1
□ sortie temporisée : non bloquée (pas d'entrée affectée à AL1) déclenchement du disjoncteur sur défaut en amont de l'arrivée
■ protection 50/51, exemplaire 5 :
□ sortie temporisée :
- bloquée par la protection 67, exemplaire 1 si défaut en amont de l'arrivée
- non bloquée pour un défaut jeu de barre
- bloquée pour défaut dans les départs
■ protection 50/51, exemplaire 3 en secours.

Sélectivité logique
Exemple de réglage : arrivées en parallèle

Exemple de réglage dans le cas de l'utilisation de message GOOSE CEI 61850

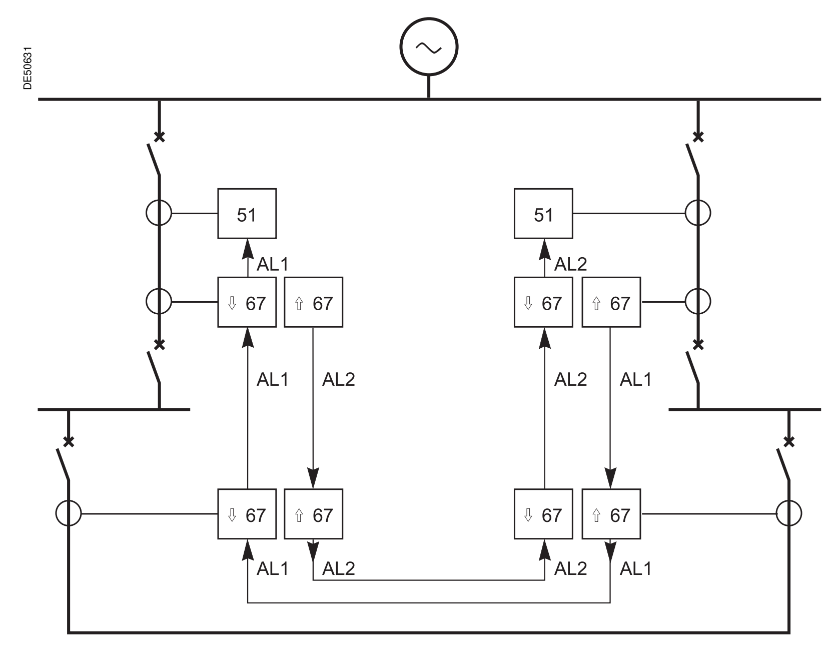
■ émission attente logique AL2 : chaque Sepam devant fournir l'information AL2 doit générer un message GOOSE Emission attente logique AL2.
■ réception attente logique AL2 : chaque Sepam ayant besoin de l'information AL2 doit s'abonner au message GOOSE Emission attente logique AL2 disponible sur le réseau Ethernet TCP/IP puis câbler ce message GOOSE attente logique sur une entrée logique GOOSE (G402 par défaut pour AL2). Ne pas affecter d'entrée à AL1.
■ émission attente logique AL1 : chaque Sepam devant fournir l'information AL1 doit générer un message GOOSE Emission attente logique AL1.
■ réception attente logique AL1 : chaque Sepam ayant besoin de l'information AL1 doit s'abonner au message GOOSE Emission attente logique AL1 disponible sur le réseau Ethernet TCP/IP, puis câbler ce message GOOSE attente logique sur une entrée logique GOOSE (G401 par défaut pour AL1).

Pas de changement sur les réglages des protections :
■ protection 67, exemplaire 1 : direction de déclenchement = ligne
□ sortie instantanée : émission ordre d'attente logique AL1
□ sortie temporisée : non bloquée (pas d'entrée affectée à AL1) déclenchement du disjoncteur sur défaut en amont de l'arrivée
■ protection 50/51, exemplaire 5 :
□ sortie temporisée :
- bloquée par la protection 67, exemplaire 1 si défaut en amont de l'arrivée
- non bloquée pour un défaut jeu de barre
- bloquée pour défaut dans les départs
■ protection 50/51, exemplaire 3 en secours.

Sélectivité logique
Exemple de réglage : réseau en boucle fermée

La protection des réseaux en boucle fermée est faite en utilisant Sepam S82 ou T82, qui disposent des fonctions suivantes :

- fonctions de protection directionnelles de phase (67) et de terre (67N) en 2 exemplaires :
  - un exemplaire pour détecter les défauts s'écoulant dans la direction "ligne"
  - un exemplaire pour détecter les défauts s'écoulant dans la direction "barres"
- utilisation des 2 groupes de sélectivité :
  - émission de 2 ordres d'attente logique, en fonction de la direction du défaut détecté
  - réception de 2 ordres d'attente logique, pour bloquer les protections directionnelles selon leur sens de détection.



⇧, ⇩ : sens de détection des protections directionnelles

: sens de circulation des ordres d'attente logique

La combinaison des fonctions de protection directionnelle et de la fonction sélectivité logique permet d'isoler le tronçon en défaut avec un retard minimum par déclenchement des disjoncteurs de part et d'autre du défaut.

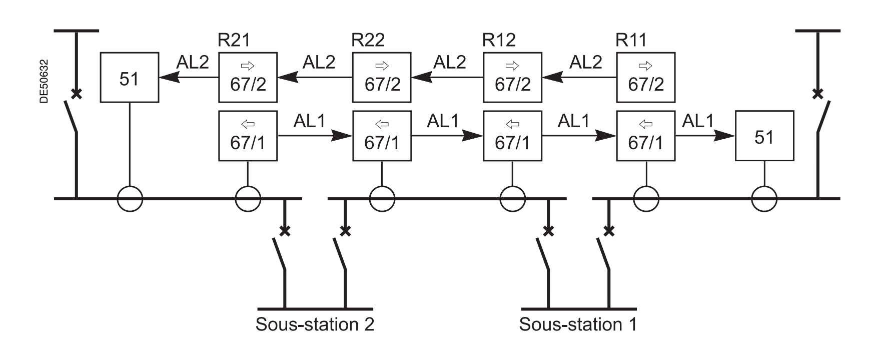
Les ordres d'attente logique sont élaborés à la fois par les protections 67 et 67N. La priorité est donnée à la protection 67 : lorsque les protections 67 et 67N détectent simultanément des défauts de sens opposé, l'ordre d'attente logique émis est déterminé par la direction du défaut détecté par la protection 67.

On utilise la sortie instantanée des protections 67, 67N activées à 80 % du seuil Is pour envoyer les ordres d'attente logique. Cela évite les incertitudes lorsque le courant de défaut est proche du seuil Is.

Sélectivité logique
Exemple de réglage : réseau en boucle fermée

Exemple de réglage :

Cas d'une boucle avec 2 sous-stations comportant chacune 2 Sepam S82, repérés R11, R12 et R21, R22.



⇨, ⇦ : *sens de détection des protections directionnelles*

: sens de circulation des ordres d'attente logique

En partant d'une extrémité de la boucle, on doit alterner le sens de détection des exemplaires 1 et 2 des protections directionnelles entre ligne et barres.

Exemple de réglage des différents Sepam liés à la sélectivité logique :

Sous-station 1	
Sepam S82 n° R11	**Sepam S82 n° R12**
■ Affectations entrées/sorties logiques : I103 : réception attente logique AL1 O102 : émission attente logique AL1 O103 : émission attente logique AL2	■ Affectations entrées/sorties logiques : I103 : réception attente logique AL1 I104 : réception attente logique AL2 O102 : émission attente logique AL1 O103 : émission attente logique AL2
■ 67, 67N, exemplaire 1 : direction de déclenchement = barres ■ 67, 67N, exemplaire 2 : direction de déclenchement = ligne	■ 67, 67N, exemplaire 1 : direction de déclenchement = ligne ■ 67, 67N, exemplaire 2 : direction de déclenchement = barres
Sous-station 2	
Sepam S82 n° R22	**Sepam S82 n° R21**
■ Affectations entrées/sorties logiques : I103 : réception attente logique AL1 I104 : réception attente logique AL2 O102 : émission attente logique AL1 O103 : émission attente logique AL2	■ Affectations entrées/sorties logiques : I103 : réception attente logique AL1 O102 : émission attente logique AL1 O103 : émission attente logique AL2
■ 67, 67N, exemplaire 1 : direction de déclenchement = barres ■ 67, 67N, exemplaire 2 : direction de déclenchement = ligne	■ 67, 67N, exemplaire 1 : direction de déclenchement = ligne ■ 67, 67N, exemplaire 2 : direction de déclenchement = barres

Délestage

Fonctionnement

Le délestage d'un moteur est destiné à décharger le réseau électrique pour que la tension reste dans une plage acceptable.

Le délestage peut être provoqué :

- par un ordre extérieur au Sepam en présence d'une entrée logique affectée à la réception d'un ordre de délestage. L'ordre peut être temporisé
- par une baisse de la tension détectée par la sortie temporisée de la protection 27D, exemplaire 1 du Sepam (réglage typique 40 % Un).

Le délestage provoque :

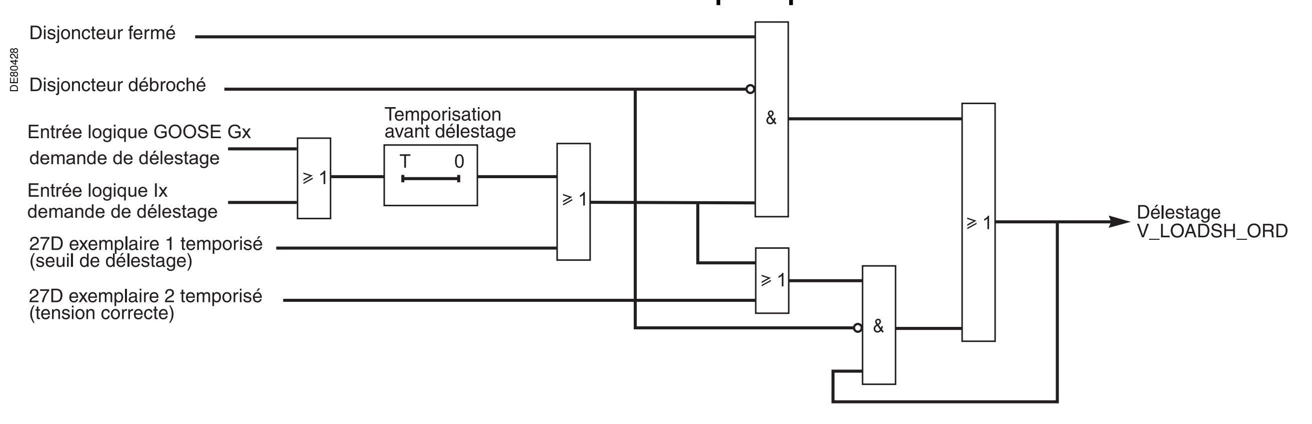
- le déclenchement via la commande appareillage
- le verrouillage de l'enclenchement tant que l'ordre de délestage persiste.

L'ordre de délestage est maintenu tant que l'une des trois conditions suivantes est présente :

- ordre extérieur sur entrée logique Ix ou Gx
- la tension directe est inférieure à la tension de délestage détectée par le seuil de la 27D, exemplaire 1
- une tension directe insuffisante pour donner un ordre de redémarrage détectée par le seuil de la 27D temporisée, exemplaire 2. La temporisation de détection du retour correct de la tension doit être plus courte que la temporisation de délestage (27D exemplaire 1) pour un fonctionnement correct du maintien de l'ordre de délestage. Cet exemplaire est également utilisé par la fonction redémarrage.

La position appareillage fermé et non débroché peuvent être utilisées pour valider la fonction.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Temporisation avant délestage				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Ordre de délestage	V_LOADSH_ORD		■	■
Délestage en service	V_LOADSH_ON		■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Redémarrage

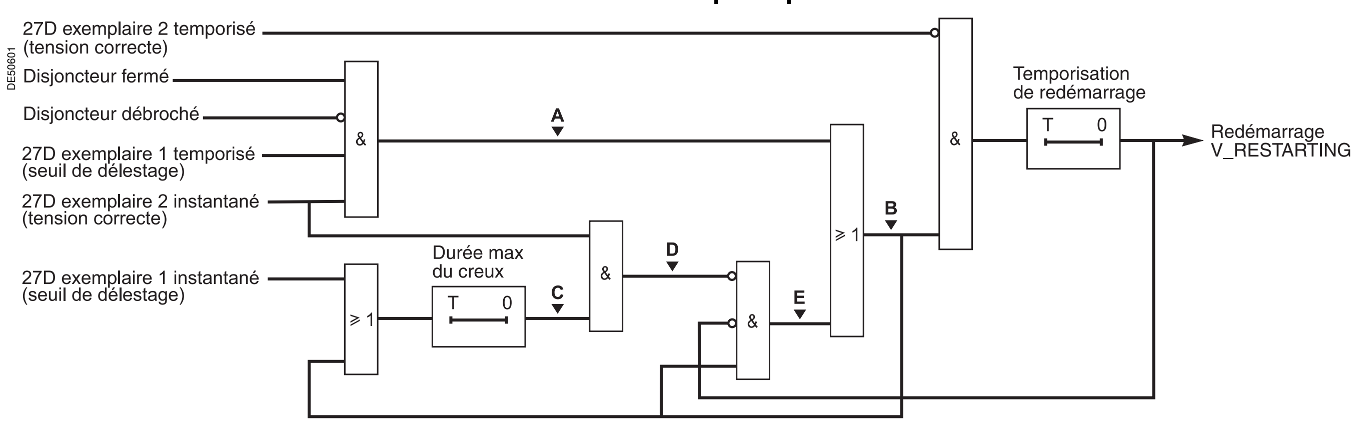
Fonctionnement

Cette fonction permet le redémarrage automatique des moteurs après un arrêt provoqué par un creux de tension (délestage).
La fonction de redémarrage est à associer avec la fonction délestage. Elle permet la relance échelonnée dans le temps des moteurs d'un process, si la chute de tension qui a provoqué le délestage est de courte durée.
Après un déclenchement dû à une baisse de tension d'alimentation du réseau détectée par l'exemplaire 1 de la protection 27D, deux cas de figure se présentent :

- la chute de tension a une durée supérieure à la temporisation de durée maximum du creux : le déclenchement est définitif. Le redémarrage devra s'effectuer par une action extérieure
- la chute de tension a une durée inférieure à la temporisation de durée maximum du creux : un ordre de démarrage est donné. La temporisation de redémarrage permet un échelonnement des ordres de redémarrages des moteurs afin d'éviter une surcharge du réseau.

L'autorisation de redémarrage est détectée après retombée de la sortie temporisée de l'exemplaire 2 de la protection 27D. Ce seuil permet de détecter le retour de la tension indépendamment du seuil de délestage. Son réglage typique est 50 % Un.
L'ordre de redémarrage est donné par la commande appareillage.

Schéma de principe

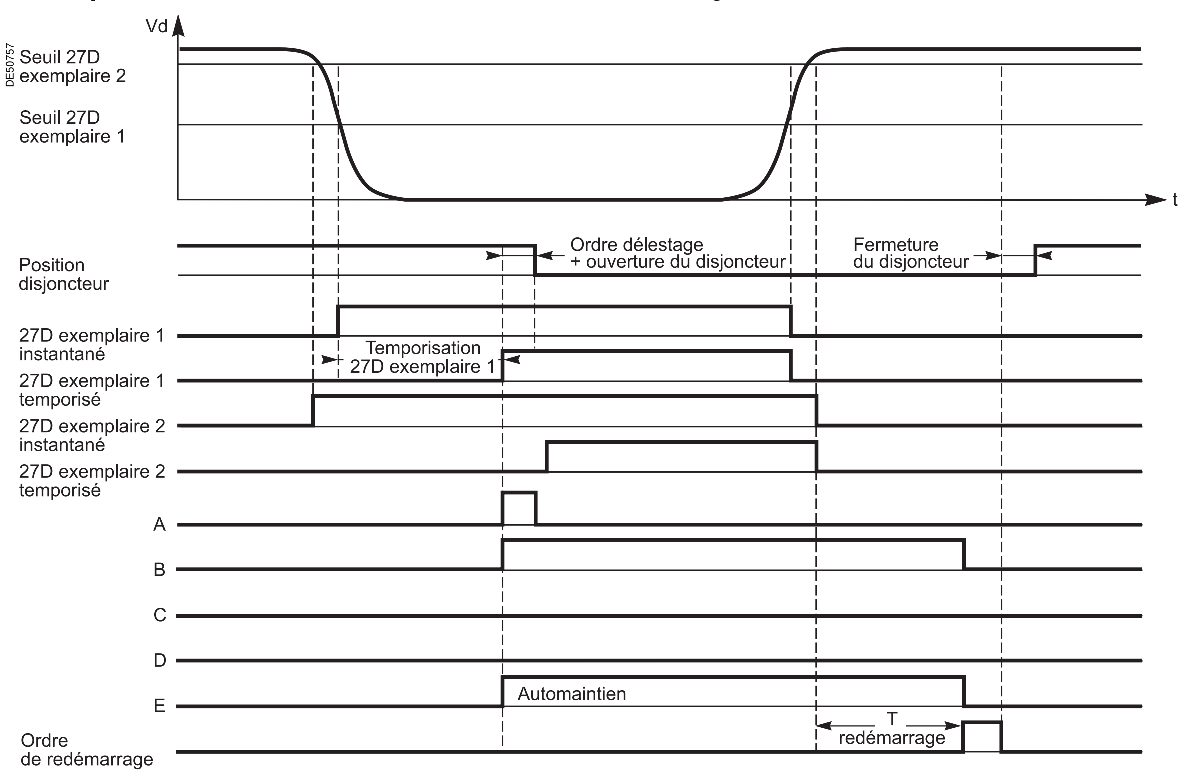


Caractéristiques

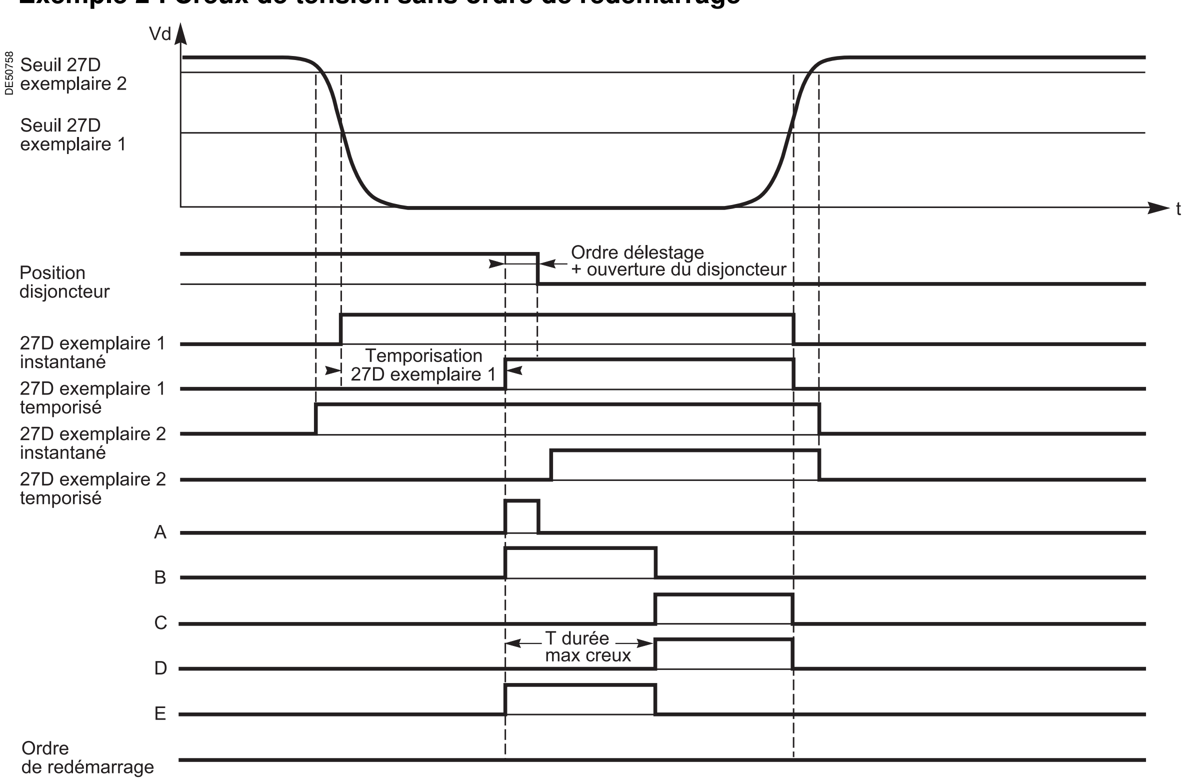
Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Temporisation durée maximale du creux				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Temporisation de redémarrage				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Ordre de redémarrage	V_RESTARTING		■	
Redémarrage en service	V_RESTART_ON		■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Exemple 1 : Creux de tension avec ordre de redémarrage



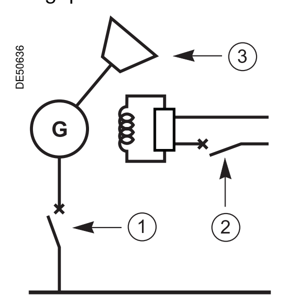
Exemple 2 : Creux de tension sans ordre de redémarrage



Arrêt et déclenchement des générateurs

Fonctionnement

Cette fonction commande l'arrêt de la machine d'entraînement, le déclenchement de l'appareil de coupure et la coupure de l'alimentation de l'excitation du générateur en cas de :
- détection de défaut interne du générateur
- réception d'un ordre d'arrêt groupe sur une entrée logique ou via la communication.



L'arrêt et le déclenchement des générateurs font intervenir :
1 l'ouverture du disjoncteur couplant la machine au réseau
2 l'ouverture du disjoncteur de l'excitation
3 l'arrêt de la machine d'entraînement.

La combinaison de ces trois ordres, détermine quatre types de commandes d'arrêt et de déclenchement qui sont :
- l'arrêt total
- le déclenchement du générateur
- l'îlotage du générateur
- l'arrêt total séquentiel.

Arrêt total

Ce type de commande donne simultanément :
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de couplage
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de l'excitation
- un ordre d'arrêt à la machine d'entraînement.

Ce mode est réservé aux défauts internes du générateur et du transformateur d'un groupe-bloc.

Déclenchement du générateur

Ce type de commande donne :
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de couplage
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de l'excitation.

La machine d'entraînement n'est pas arrêtée.
Ce mode est réservé aux défauts du réseau de puissance et permet une reconnexion rapide du générateur après l'élimination du défaut.

Ilotage ou découplage du générateur

Ce type de commande donne :
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de couplage.

La machine reste excitée et la machine d'entraînement n'est pas arrêtée.
Ce mode permet d'isoler la machine d'un réseau où les conditions de couplage ne sont plus respectées (tension, fréquence, perte du réseau de puissance).
Le générateur peut continuer à alimenter des charges localement.

Arrêt total séquentiel

Ce type de commande donne séquentiellement dans le temps :
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de couplage
- un ordre d'ouverture au disjoncteur de l'excitation temporisé
- un ordre d'arrêt à la machine d'entraînement temporisé.

Ce mode est réservé à certaines machines.

Sepam autorise ces modes de fonctionnement en associant :
- la commande appareillage pour le déclenchement du disjoncteur de couplage
- la fonction désexcitation pour l'ouverture du circuit de l'excitation
- la fonction arrêt groupe pour commander l'arrêt de la machine d'entraînement.

Des temporisations sur les sorties des fonctions permettent un déclenchement séquentiel.

Paramétrage typique pour générateur sur réseau industriel

Fonctions de protection	Déclenchement disjoncteur	Arrêt groupe	Désexcitation
12	■		
21B	■		
24	■	■	■
27	■		
32Q	■	■	■
37P	■		
40	■	■	■
46	■		
47	■		
49RMS	■		
50/27	■		
50/51	■		
50N/51N 50G/51G	■	■	■
50V/51V	■		
59	■		
59N	■	■	■
64G2/27TN (1)			
64REF	■	■	■
67	■	■	■
67N/NC	■	■	■
78PS	■		
81H	■		
81L	■		
81R	■		
87M	■	■	■
87T	■	■	■

(1) Habituellement en alarme, sinon active le déclenchement du disjoncteur, l'arrêt du groupe et la désexcitation.

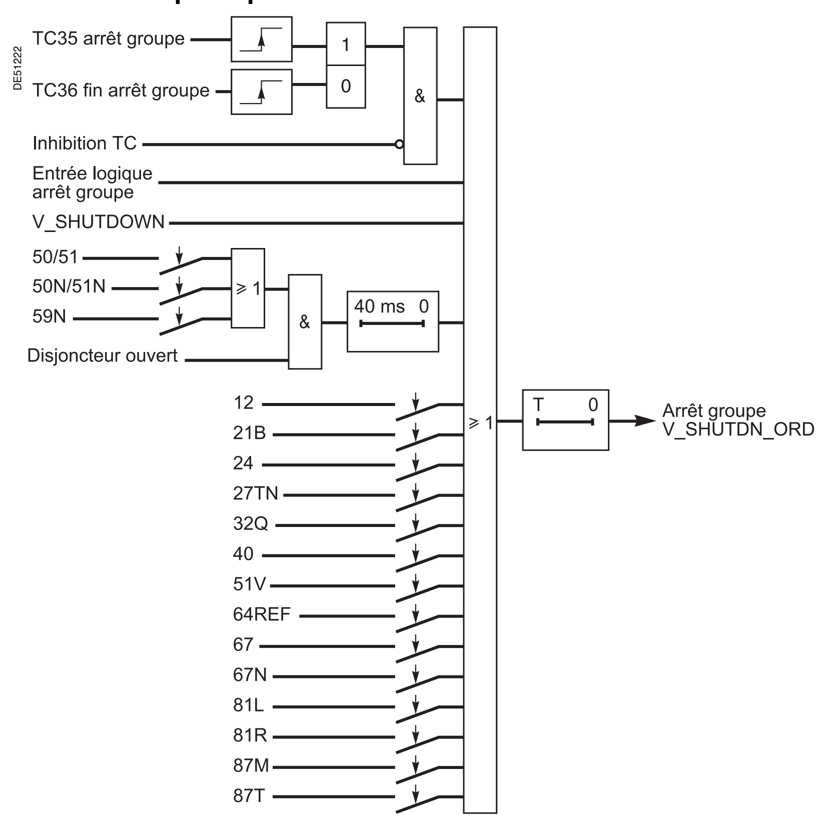
4

Arrêt et déclenchement des générateurs
Arrêt groupe

Fonctionnement
Cette fonction, disponible dans les applications générateur, permet l'arrêt du groupe :
■ arrêt mécanique par action sur la machine d'entraînement
■ arrêt électrique par déclenchement.
Un ordre d'arrêt est donné dans les conditions suivantes :
■ par ordre d'arrêt externe
□ télécommande si autorisée
□ entrée logique si paramétrée
■ par équation logique ou par Logipam pour prendre en compte toutes les spécificités d'installation d'un générateur
■ par les protections temporisées.

Les protections concernées sont les protections permettant de détecter un défaut interne du générateur ou du transformateur d'un groupe-bloc. Elles sont réparties en 2 ensembles : les protections dont la contribution à l'arrêt est indépendante de la position du disjoncteur et celles dont la contribution est dépendante de la position disjoncteur :
■ protections indépendantes de la position disjoncteur : 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 64REF, 67, 67N, 81L, 87M, 87T
■ protections dépendantes de la position disjoncteur : 50/51, 50N/51N, 59N. Les sorties temporisées et non accrochées de ces protections activent l'arrêt, uniquement si le disjoncteur est ouvert.
La participation à la fonction est à paramétrer individuellement pour chaque exemplaire de protection pouvant participer à l'arrêt groupe dans le logiciel SFT2841, dans les onglets de réglage des fonctions de protection.

La fonction donne simultanément un ordre de déclenchement via la commande appareillage pour assurer la déconnexion du générateur du réseau de puissance. Elle doit être associée à une sortie logique dans la matrice, pour commander l'arrêt du groupe.

Schéma de principe


Caractéristiques

Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Choix des protections activant l'arrêt groupe				
Plage de réglage par exemplaire de protection	Active / inactive			
Temporisation d'arrêt du groupe				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Arrêt groupe	V_SHUTDOWN	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Arrêt groupe	V_SHUTDN_ORD		■	■
Arrêt groupe en service	V_SHUTDN_ON		■	

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC35	BO15	20, 21, 102 (ON)	-
TC36	BO16	20, 21, 102 (OFF)	-

Arrêt et déclenchement des générateurs
Désexcitation

Fonctionnement

Cette fonction, disponible dans les applications générateur, permet de supprimer rapidement l'alimentation d'un défaut interne quand le générateur est déconnecté du réseau :
- ■ désexcitation du générateur
- ■ arrêt électrique par déclenchement.

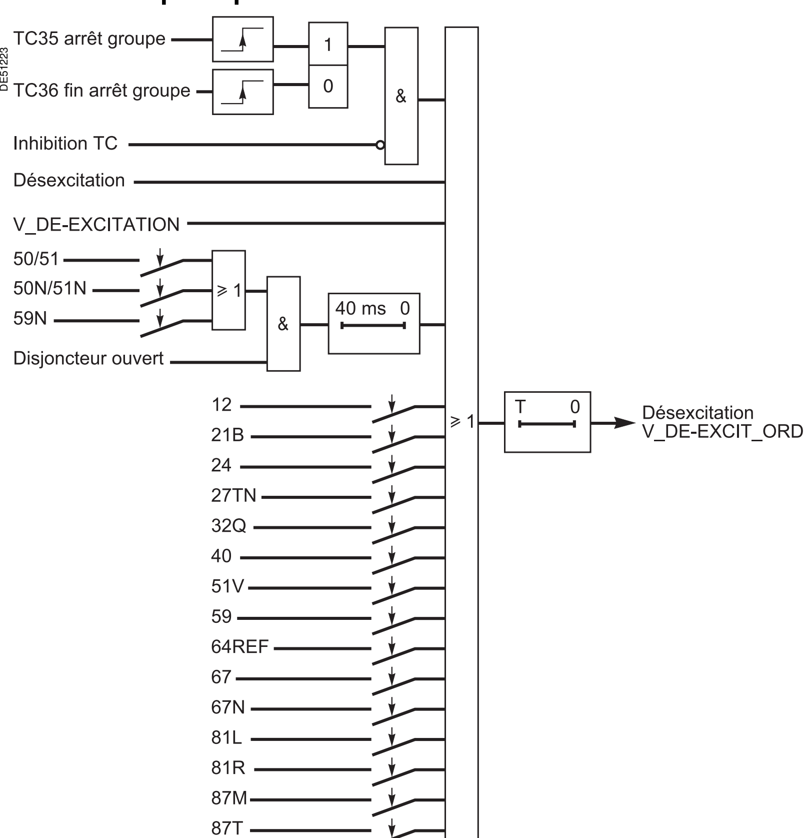
Un ordre de désexcitation est donné dans les conditions suivantes :
- ■ par ordre externe
  - □ télécommande si autorisée
  - □ entrée logique si paramétrée
- ■ par équation logique ou par Logipam pour prendre en compte toutes les spécificités d'installation d'un générateur
- ■ par les protections temporisées.

Les protections concernées sont les protections permettant de détecter un défaut interne du générateur ou du transformateur d'un groupe-bloc. Elles sont réparties en 2 ensembles : les protections dont la contribution à la désexcitation est indépendante de la position du disjoncteur et celles dont la contribution est dépendante de la position disjoncteur :
- ■ protections indépendantes de la position disjoncteur : 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 59, 64REF, 67, 67N,81L, 87M, 87T
- ■ protections dépendantes de la position disjoncteur : 50/51, 50N/51N, 59N. Les sorties temporisées et non accrochées de ces protections activent la désexcitation, uniquement si le disjoncteur est ouvert.

La participation à la fonction est à paramétrer individuellement pour chaque exemplaire de protection pouvant participer à la désexcitation dans le logiciel SFT2841, dans les onglets de réglage des fonctions de protection.

La fonction donne simultanément un ordre de déclenchement via la commande appareillage pour assurer la déconnexion du générateur du réseau de puissance. Elle doit être associée à une sortie logique dans la matrice pour donner l'ordre de désexcitation.

Schéma de principe



Caractéristiques

Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Choix des protections activant la désexcitation				
Plage de réglage par exemplaire de protection	Active / inactive			
Temporisation de désexcitation				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Désexcitation	V_DE-EXCITATION	■	■	
Sorties				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Désexcitation	V_DE-EXCIT_ORD		■	■
Désexcitation en service	V_DE-EXCIT_ON		■	

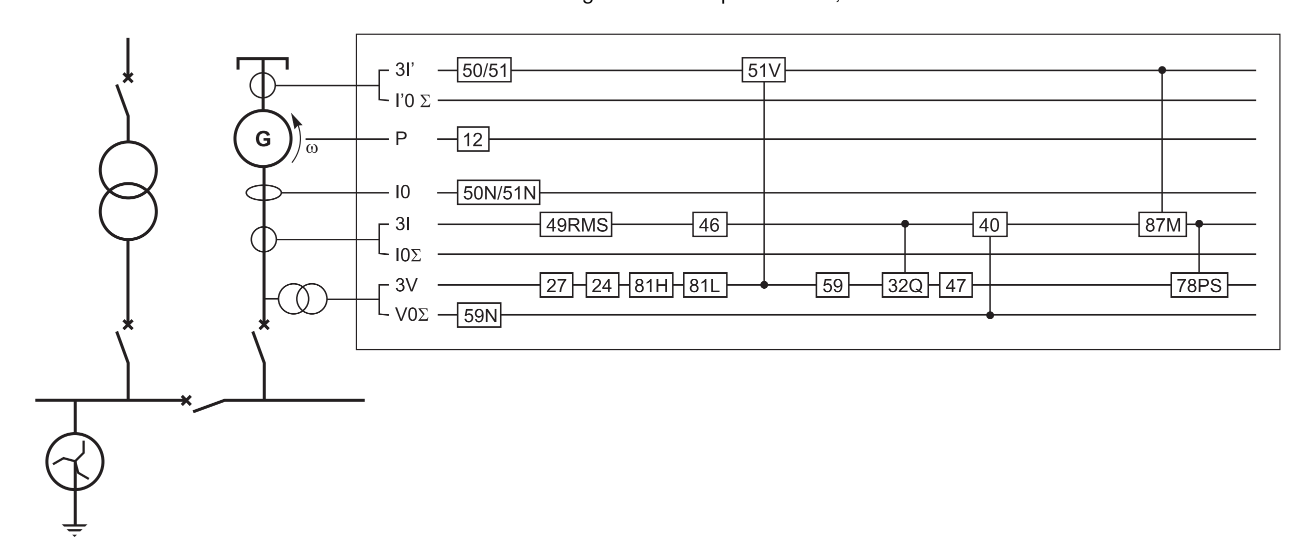
(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Equivalences TS/TC pour chaque protocole

Modbus	DNP3	CEI 60870-5-103	CEI 61850
TC	**Binary Output**	**ASDU, FUN, INF**	**LN.DO.DA**
TC35	BO15	20, 21, 102 (ON)	-
TC36	BO16	20, 21, 102 (OFF)	-

Arrêt et déclenchement des générateurs
Exemple

Description de l'installation
L'installation électrique est composée d'un jeu de barres sur lequel sont connectés :
- une arrivée alimentée par un transformateur 10 MVA
- un générateur de puissance 3,15 MVA



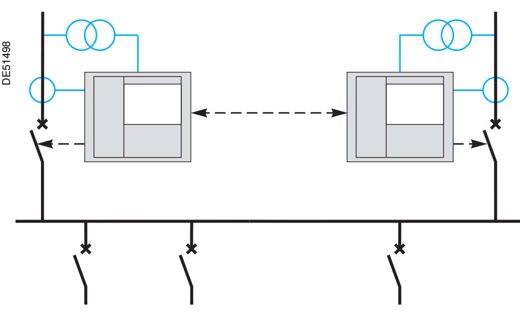
En fonctionnement normal, le générateur et le transformateur sont couplés au jeu de barres. Le générateur assure le secours de l'installation en l'absence de l'alimentation du transformateur. La mise à la terre de l'installation est faite par une bobine de point neutre connectée au jeu de barres. Quand le générateur n'est pas couplé au réseau son neutre est isolé. Lors des défauts, le générateur est surexcité pendant 3 secondes. Son courant de défaut est alors égal à 3 fois son courant nominal. Passées les 3 secondes, son courant de défaut passe à 0,5 fois le courant nominal.

Le générateur est protégé :
- contre les courts-cicuits électriques du réseau par une protection à maximum de courant phase 50/51 et par une protection de secours 50V/51V
- contre les défauts internes par une différentielle générateur 87M
- contre les défauts à la terre par une protection à maximum de courant terre 50N/51N quand le générateur est couplé au jeu de barres et par une protection à maximum de tension résiduelle quand il n'est pas couplé
- contre les surcharges par une protection thermique 49RMS
- contre les déséquilibres par une protection de maximum de composante inverse 46
- contre les variations de fréquence par des protections de minimum et de maximum de fréquence 81L et 81H
- contre les variations de tension par des protections de minimum et de maximum de tension 27 et 59
- contre la perte de l'excitation par une protection 40
- contre la perte de synchronisme du réseau principal par une protection 78PS.

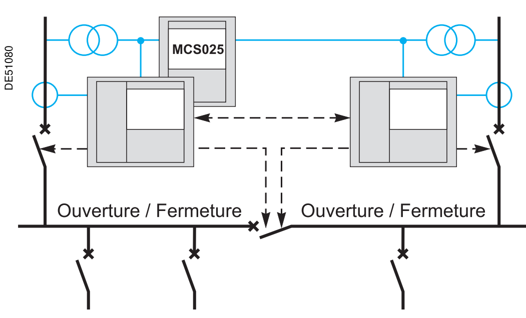
Réglage de l'arrêt groupe et de la désexcitation
La participation de ces protections à l'ouverture du disjoncteur, de l'arrêt du groupe et de la désexcitation dépendra de la nature des défauts détectés :
- ouverture du disjoncteur contre les défauts du réseau :
  - 50/51, 50V/51V, 50N/51N, 49RMS, 46, 81L, 81H, 27, 59, 78PS
- arrêt du groupe pour les défauts de la machine d'entraînement et les défauts internes :
  - 50/51, 87M, 59N, 40
- désexcitation pour les défauts internes :
  - 50/51, 87M, 59N, 40.

L'arrêt est total et non séquentiel. Les temporisations de l'arrêt groupe et de la désexcitation sont nulles.

Automatisme de transfert de sources



Automatisme de transfert de source un sur deux.



Automatisme de transfert de source deux sur trois avec contrôle de synchronisme piloté par Sepam série 80.

Description

L'automatisme de transfert de sources permet de transférer l'alimentation d'un jeu de barres d'une source à une autre.
Cette fonction permet de réduire les temps d'interruptions d'alimentation d'un jeu de barres, et d'ainsi augmenter la continuité de service du réseau alimenté à partir de ce jeu de barres.

L'automatisme de transfert de sources réalise :
- le transfert automatique avec coupure en cas de perte de tension ou de défaut amont
- le transfert manuel et le retour au schéma normal d'exploitation sans coupure, avec ou sans contrôle du synchronisme
- la commande du disjoncteur de couplage (optionnel)
- le choix du schéma normal d'exploitation
- la logique nécessaire pour garantir en fin de séquence que seul 1 disjoncteur sur 2, ou 2 disjoncteurs sur 3 sont fermés.

Automatisme "un sur deux" ou "deux sur trois"

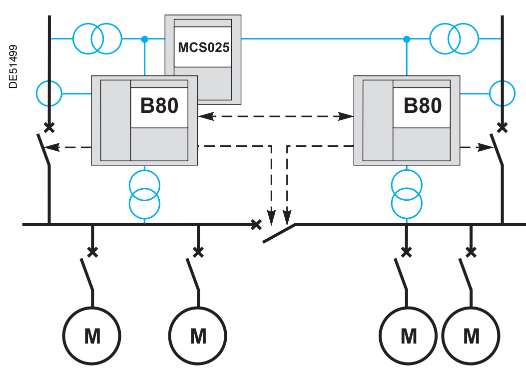
Le fonctionnement et la mise en œuvre de l'automatisme de transfert de sources dépendent du type de poste :
- l'automatisme de transfert de sources un sur deux est adapté aux postes à 2 arrivées sans couplage
- l'automatisme de transfert de sources deux sur trois est adapté aux postes à 2 arrivées avec couplage.

Ces 2 cas d'application sont décrits séparément pour en faciliter la compréhension.

La fonction d'automatisme de transfert de sources est symétrique :
- symétrie matérielle : postes à 2 arrivées, avec 2 disjoncteurs d'arrivée et chaque arrivée est protégée par un Sepam série 80
- symétrie fonctionnelle : l'automatisme est réparti entre les 2 Sepam série 80 protégeant les 2 arrivées.

Ainsi, chacune des fonctions est décrite du point de vue d'une des deux arrivées, l'autre arrivée est l'arrivée "côté opposé".

Automatisme de transfert de sources



Automatisme de transfert de source deux sur trois avec contrôle de synchronisme piloté par Sepam B80.

Matériel mis en œuvre

Relais de protection Sepam
Chaque arrivée est protégée par un Sepam série 80.
2 modules MES120 au minimum sont à ajouter à chaque Sepam.
La fonction contrôle de synchronisme (ANSI 25) est réalisée par un module optionnel MCS025 associé à l'un des 2 Sepam.

Dans le cas de jeu de barres avec moteurs, il peut être nécessaire de contrôler la tension rémanente sur le jeu de barres au cours du transfert automatique.
2 solutions sont proposées :
■ protection des 2 arrivées avec Sepam B80 :
□ pour mesurer les 3 tensions phase en amont du disjoncteur et détecter la perte de tension phase
□ pour mesurer 1 tension phase supplémentaire sur le jeu de barres et détecter la présence de tension rémanente
■ protection des 2 arrivées avec un autre type de Sepam série 80, et contrôle de tension rémanente sur le jeu de barres avec Sepam B21.

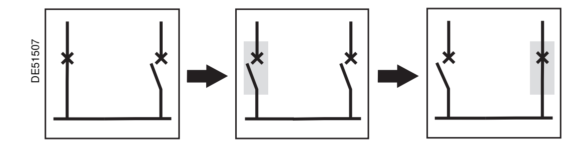
Commande locale de l'automatisme de transfert de sources
La commande locale de l'automatisme de transfert de sources nécessite les composants suivants :
■ 1 commutateur "Disjoncteur NO" (ANSI 10), commutateur à 2 ou 3 positions qui désigne le disjoncteur qui reste ouvert en fin de transfert volontaire sans coupure
■ 1 commutateur optionnel "Manuel / Auto" (ANSI 43)
□ en mode Auto le transfert de sources automatique est autorisé
□ en mode Manuel le transfert de sources automatique est désactivé
□ en l'absence de ce commutateur optionnel, toutes les fonctions d'automatismes de transfert de sources sont autorisées.
■ 1, 2 ou 3 commutateurs optionnels "Local / Distance" (un commutateur pour la fonction ou un commutateur par disjoncteur)
□ en mode Distance, le transfert de sources automatique sur perte de tension est autorisé et les autres fonctions sont désactivées
□ en mode Local, le transfert de sources automatique sur perte de tension est désactivé et les autres fonctions sont autorisées
□ en l'absence de ces commutateurs optionnels, toutes les fonctions d'automatismes de transfert de sources sont autorisées.
■ 2 ou 3 boutons-poussoirs avec voyants en option (un bouton-poussoir par disjoncteur) :
□ bouton-poussoir "Fermeture disjoncteur"
□ Voyant "Fermeture prête".

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Fonctionnement

Définition

L'automatisme de transfert de sources un sur deux est adapté aux postes avec un jeu de barres alimenté par 2 arrivées et sans couplage.
L'automatisme se décompose en 2 fonctions :
- le transfert automatique avec coupure de l'alimentation du jeu de barres
- le retour volontaire à la normale sans coupure de l'alimentation du jeu de barres.

Ces 2 fonctions sont décrites séparément ci-après.



Transfert automatique avec coupure de l'alimentation

Description
Cette fonction permet de transférer l'alimentation d'un jeu de barres d'une source sur l'autre, après détection de la perte de la tension ou détection d'un défaut en amont de la source.

Le transfert automatique s'effectue en 2 temps :
- déclenchement du disjoncteur sur détection de la perte de la tension ou sur un ordre de déclenchement externe (ordre de déclenchement en provenance des protections amont) : coupure de l'alimentation du jeu de barres
- fermeture du disjoncteur côté opposé pour ré-alimenter le jeu de barres (lorsque des moteurs sont raccordés au jeu de barres, il faut contrôler l'absence de tension rémanente sur le jeu de barres en utilisant la fonction Minimum de tension rémanente ANSI 27R).

Conditions de transfert obligatoires
Ces conditions sont toujours requises pour autoriser le transfert :
- le disjoncteur d'arrivée est fermé
- pas de défaut phase-phase détecté par l'arrivée sur le jeu de barres ou en aval
- pas de défaut phase-terre détecté par l'arrivée sur le jeu de barres ou en aval
- tension correcte sur l'arrivée opposée

Conditions de transfert facultatives
Ces conditions sont requises lorsque les fonctions optionnelles associées sont en service :
- le commutateur "Auto / Manuel" est en position Auto
- les 2 commutateurs "Local / Distance" sont en position Distance
- les 2 disjoncteurs des arrivées sont embrochés
- pas de défaut TP détecté par la fonction Surveillance TP (ANSI 60FL), pour éviter un transfert de sources sur perte des transformateurs de tension
- pas d'interdiction de transfert par V_TRANS_STOP par équations logiques ou par Logipam.

Initialisation du transfert
3 événements peuvent déclencher le transfert automatique de source :
- la perte de tension détectée sur l'arrivée par la fonction Minimum de tension phase (ANSI 27)
- ou la détection d'un défaut par les protections en amont de l'arrivée, avec ordre d'interdéclenchement sur l'entrée logique "Déclenchement externe 1"
- ou V_TRANS_ON_FLT, initialisation du transfert par équations logiques ou par Logipam.

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Fonctionnement

Schéma de principe

DE51500

Conditions nécessaires au transfert

ANSI 50/51 max. de courant phase ex1 inst.
ANSI 50N/51N max. de courant terre ex1 inst.
V_TRANS_STOP
ANSI 27 min. de tension phase ex1 inst.
Interdiction TC (local)
Interdiction TC côté opposé (local)
Disjoncteur débroché
Disjoncteur débroché côté opposé
Disjoncteur fermé
Tension correcte côté opposé
ANSI 60FL défaut TP
Commutateur auto

Initialisation du transfert

ANSI 27 min. de tension phase ex1 tempo.
Déclenchement externe 1
V_TRANS_ON_FLT

Fermeture du disjoncteur côté opposé

Disjoncteur ouvert
Verrouillage enclenchement couplage ou NO
ANSI 27R min. de tension rémanente ex1 tempo.

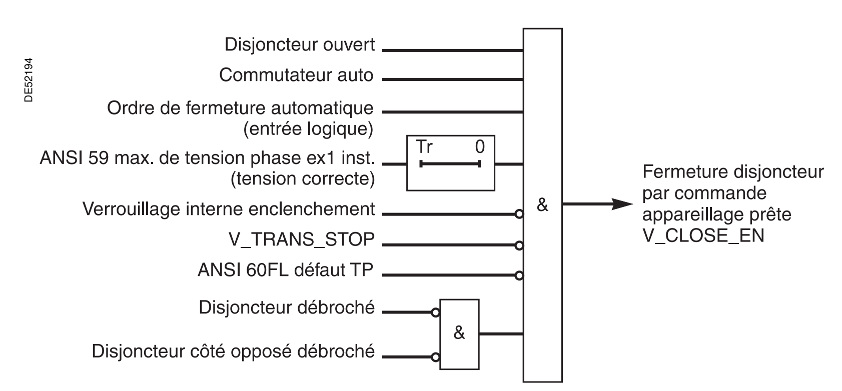
≥ 1
0 T
T = 2 s
&

Ordre de déclenchement du disjoncteur par ATS pris en compte par commande appareillage V_AT_TRIPPING

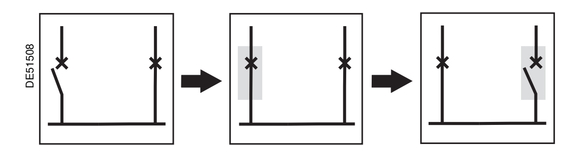
Ordre de fermeture automatique du disjoncteur côté opposé V_CLOSE_NO_ORD

Fermeture du disjoncteur côté opposé
Les conditions requises pour commander la fermeture du disjoncteur côté opposé sont les suivantes :
■ le disjoncteur d'arrivée est ouvert
■ pas de conditions de verrouillage de l'enclenchement du disjoncteur côté opposé
■ absence de tension rémanente sur le jeu de barres (contrôle nécessaire lorsque des moteurs sont raccordés au jeu de barres.)
L'ordre de fermeture du disjoncteur côté opposé est transmis par une sortie logique de Sepam vers une entrée logique du Sepam côté opposé.
Il est pris en compte par la fonction Commande appareillage du Sepam côté opposé.

Schéma de principe (Sepam côté opposé)



Automatisme de transfert de sources un sur deux
Fonctionnement



Retour volontaire à la normale sans coupure

Description

Le retour volontaire à la normale sans coupure met en œuvre deux fonctions de commande séparées :

■ la fermeture du disjoncteur d'arrivée ouvert, avec ou sans contrôle de synchronisme : les 2 disjoncteurs d'arrivée sont fermés

■ puis l'ouverture du disjoncteur normalement ouvert, désigné par le commutateur "Disjoncteur NO".

Ces deux fonctions peuvent également être utilisées pour permuter la source d'alimentation du jeu de barres sans coupure.

Conditions de transfert obligatoires

Ces conditions sont toujours requises pour autoriser le transfert :

■ le disjoncteur d'arrivée est ouvert

■ la tension est correcte en amont du disjoncteur d'arrivée.

Conditions de transfert facultatives

Ces conditions sont requises lorsque les fonctions optionnelles associées sont en service :

■ le commutateur "Auto / Manuel" est en position Manuel

■ les 2 commutateurs "Local / Distance" sont en position Local

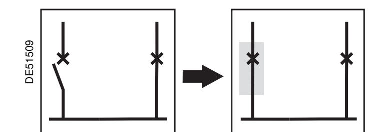
■ les 2 disjoncteurs des arrivées sont embrochés

■ pas de défaut TP détecté par la fonction Surveillance TP (ANSI 60FL), pour éviter un transfert de sources sur perte des transformateurs de tension

■ pas d'interdiction de transfert par V_TRANS_STOP par équations logiques ou par Logipam.

Initialisation du retour à la normale

■ commande de fermeture volontaire du disjoncteur d'arrivée.



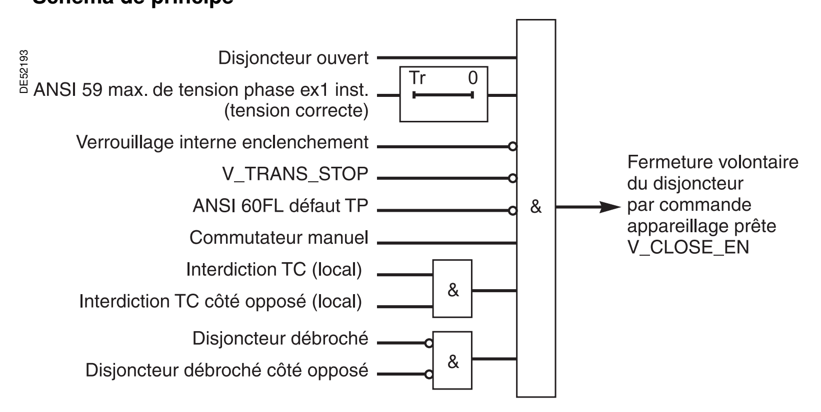
Fermeture du disjoncteur ouvert

Description

La fermeture du disjoncteur est assurée par la fonction Commande appareillage, avec ou sans contrôle de synchronisme.

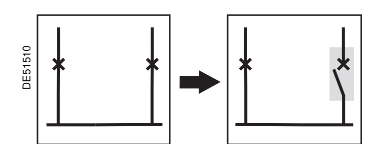
La fonction ATS contrôle l'ensemble des conditions nécessaires et signale à l'opérateur que le retour à la normale est possible.

Schéma de principe



4

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Fonctionnement

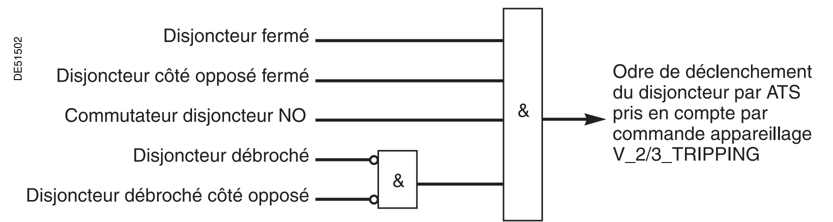


Ouverture du disjoncteur normalement ouvert

Description

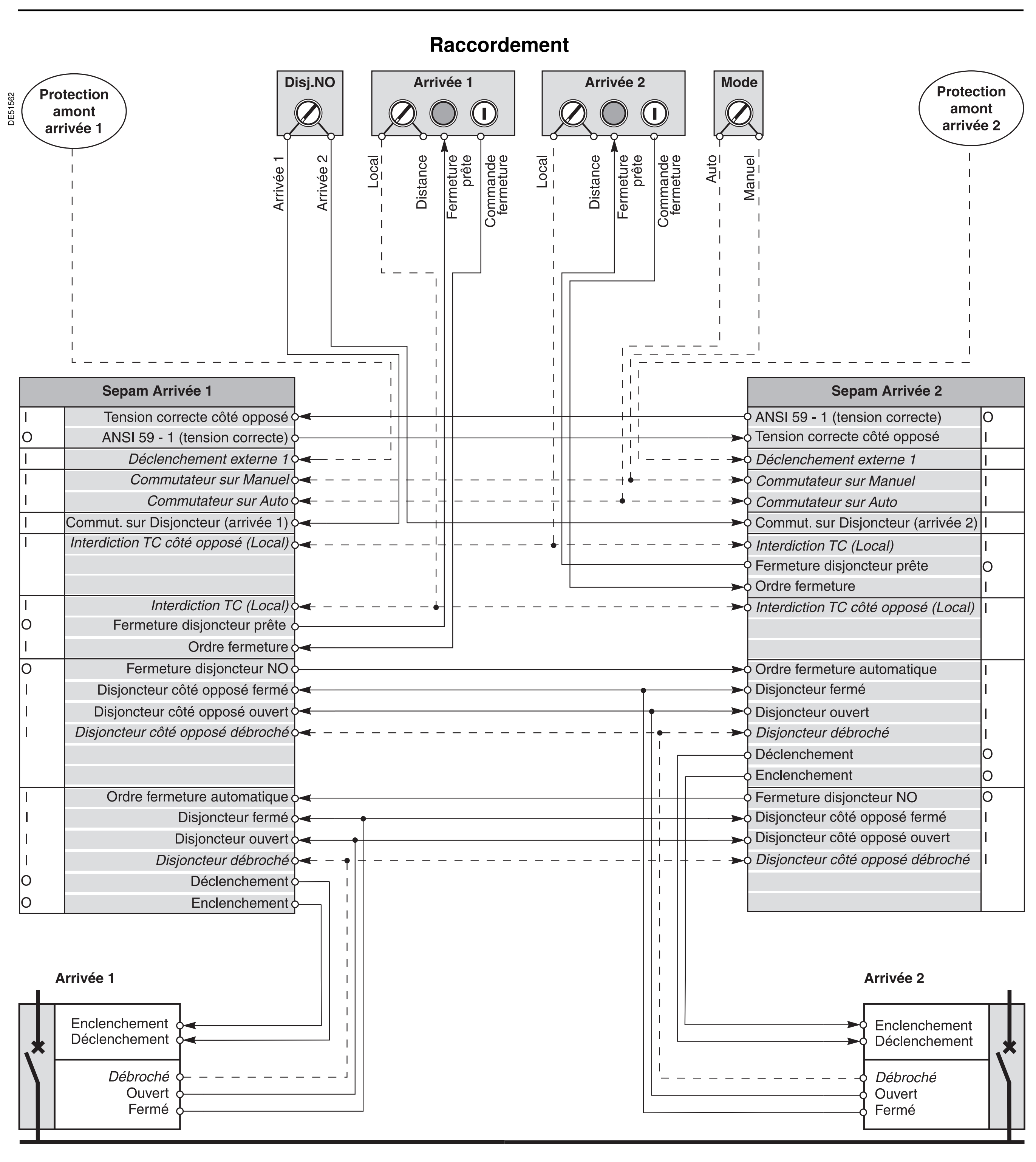
Cette fonction commande l'ouverture du disjoncteur désigné comme normalement ouvert par la position du commutateur "Disjoncteur NO", lorsque les 2 disjoncteurs des arrivées sont fermés.
Elle garantit pour toutes les séquences de l'automatisme qui mettent en parallèle les deux sources, qu'à la fin du transfert seul 1 disjoncteur est fermé sur les 2.
L'ordre d'ouverture est pris en compte par la fonction Commande appareillage.

Schéma de principe



Automatisme de transfert de sources un sur deux
Mise en œuvre

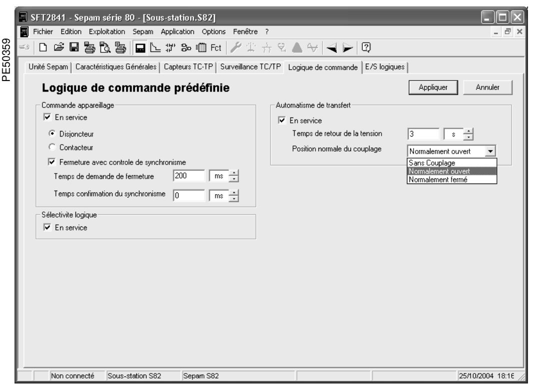
Raccordement



– — — – : *câblage optionnel.*

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Mise en œuvre

PE50359



SFT2841 : paramétrage de la logique de commande prédéfinie.

Paramétrage des fonctions de commande prédéfinies

La fonction Automatisme de transfert de sources est à paramétrer en même temps que la fonction Commande appareillage, dans l'onglet "Logique de commande" du logiciel SFT2841.

Fonction Commande appareillage

- mettre en service la fonction Commande appareillage
- mettre en service la fonction Contrôle du synchronisme si nécessaire.

Fonction Automatisme de transfert de sources

- mettre en service la fonction Automatisme de transfert et ajuster paramètres associés :
  - temps de retour de la tension Tr (typiquement 3 s)
  - position normale du couplage : sans couplage.

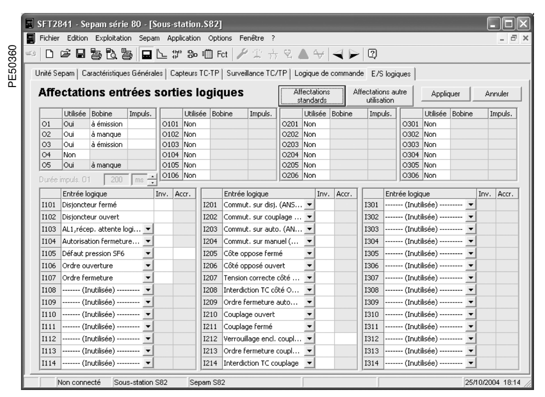
Fonction Surveillance TP

La fonction Surveillance TP (ANSI 60FL) est à mettre en service si nécessaire.

Réglage des fonctions de protection

Fonctions de protection	Utilisation	Indications de réglage
Minimum de tension phase (ANSI 27) Exemplaire 1	Initialisation du transfert automatique sur détection d'une perte de tension.	Seuil tension : 60 % Unp Tempo : 300 ms
Maximum de courant phase (ANSI 50/51) Ex. 1, sortie instantanée	Détection de défaut phase en aval, pour interdire le transfert automatique.	A régler en fonction du plan de protection. (seuil le plus sensible)
Maximum de courant terre (ANSI 50N/51N) Ex. 1, sortie instantanée	Détection de défaut terre en aval, pour interdire le transfert automatique.	A régler en fonction du plan de protection. (seuil le plus sensible)
Maximum de tension phase (ANSI 59) Exemplaire 1	Détection de la présence tension phase en amont du disjoncteur. A affecter à une sortie logique de Sepam dans la matrice de commande	Seuil tension : 90 % Unp Tempo : 3 s.
Fonctions de protection optionnelles	**Utilisation**	**Indications de réglage**
Minimum de tension rémanente (ANSI 27R) Exemplaire 1	Détection de l'absence de tension rémanente sur un jeu de barres sur lequel sont raccordés des moteurs	Seuil tension : 30 % Unp Tempo : 100 ms

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Mise en œuvre



SFT2841 : affectation standard des entrées nécessaires à la fonction ATS.

Affectation des entrées logiques

Les entrées logiques nécessaires à la fonction ATS sont à affecter dans l'écran "E/S logiques" de SFT2841.
Le bouton "Affectation standard" propose une affectation des entrées principales nécessaires à la fonction ATS. Les autres entrées sont à affecter manuellement.

Affectation des sorties logiques dans la matrice de commande

L'affectation de ces sorties logiques nécessaires à la fonction ATS se passe en 2 temps :

■ déclaration des sorties logiques nécessaires "Utilisée", en précisant le mode de commande de chaque sortie, dans l'écran "E/S logiques" de SFT2841

■ affectation de chaque sortie prédéfinie associée à la fonction ATS à une sortie logique de Sepam dans l'écran "Matrice de commande" de SFT2841.

Les sorties prédéfinies associées à la fonction ATS sont les suivantes :

Bouton "Protections"	Description	Utilisation
59 - 1	Sortie temporisée de la fonction Maximum de tension phase (ANSI 59) Exemplaire 1	Signalisation pour le Sepam côté opposé : tension correcte en amont du disjoncteur d'arrivée
Bouton "Logique"	**Description**	**Utilisation**
Fermeture disjoncteur NO	Sortie prédéfinie V_CLOSE_NO_ORD de la fonction ATS	Commande de fermeture automatique du disjoncteur côté opposé.
Fermeture du disjoncteur prête	Sortie prédéfinie V_CLOSE_EN de la fonction ATS	Signalisation par voyant : les conditions de retour à la normale sont réunies (contrôle de synchronisme excepté)

Automatisme de transfert de sources un sur deux
Caractéristiques

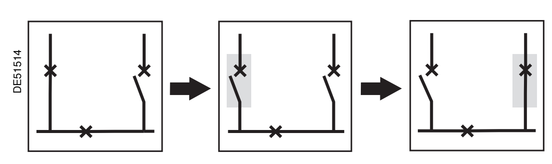
Réglages				
Activité				
Plage de réglage	En service / Hors service			
Temps de retour de la tension				
Plage de réglage	0 à 300 s			
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms			
Résolution	10 ms ou 1 digit			
Position normale du couplage				
Plage de réglage	Sans / Normalement ouvert / Normalement fermé			
Entrées				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	
Lancement d'un transfert automatique	V_TRANS_ON_FLT	■	■	
Verrouillage du transfert	V_TRANS_STOP	■	■	
Sorites				
Libellé	**Syntaxe**	**Equations**	**Logipam**	**Matrice**
Automatisme de transfert de sources en service	V_TRANSF_ON		■	■
Déclenchement commandé par logique 2/3 ou 1/2	V_2/3_TRIPPING		■	■
Déclenchement par transfert automatique	V_AT_TRIPPING		■	■
Fermeture du disjoncteur NO	V_CLOSE_NO_ORD		■	■
Fermeture du disjoncteur prête	V_CLOSE_EN		■	■

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Fonctionnement

Définition
L'automatisme de transfert de sources deux sur trois est adapté aux postes avec un jeu de barres alimenté par 2 arrivées et avec couplage.
L'automatisme se décompose en 2 fonctions :
■ le transfert automatique avec coupure de l'alimentation du jeu de barres
■ le retour volontaire à la normale sans coupure de l'alimentation du jeu de barres.
Ces 2 fonctions sont décrites séparément ci-après.

Transfert automatique avec couplage normalement ouvert.



Transfert automatique avec couplage normalement fermé.

Transfert automatique avec coupure de l'alimentation

Description
Cette fonction permet de transférer l'alimentation d'un jeu de barres d'une source sur l'autre, après détection de la perte de la tension ou détection d'un défaut en amont de la source.

Le transfert automatique s'effectue en 2 temps :
■ déclenchement du disjoncteur sur détection de la perte de la tension ou sur un ordre de déclenchement externe (ordre de déclenchement en provenance des protections amont) : coupure de l'alimentation du jeu de barres
■ fermeture du disjoncteur normalement ouvert pour ré-alimenter le jeu de barres.
En fonction du paramétrage, le disjoncteur normalement ouvert est :
□ soit le disjoncteur de couplage, lorsque le couplage est normalement ouvert
□ soit le disjoncteur côté opposé, lorsque le couplage est normalement fermé.
Lorsque des moteurs sont raccordés au jeu de barres, il faut contrôler l'absence de tension rémanente sur le jeu de barres en utilisant la fonction Minimum de tension rémanente (ANSI 27R).

Conditions de transfert obligatoires
Ces conditions sont toujours requises pour autoriser le transfert :
■ le disjoncteur d'arrivée est fermé
■ en fonction du paramétrage du couplage :
□ soit le disjoncteur côté opposé est fermé et le disjoncteur de couplage est ouvert, lorsque le couplage est normalement ouvert (couplage NO)
□ soit le disjoncteur côté opposé est ouvert et le disjoncteur de couplage est fermé, lorsque le couplage est normalement fermé (couplage NF)
■ pas de défaut phase-phase détecté par l'arrivée sur le jeu de barres ou en aval
■ pas de défaut phase-terre détecté par l'arrivée sur le jeu de barres ou en aval
■ tension correcte sur l'arrivée opposée.

Conditions de transfert facultatives
Ces conditions sont requises lorsque les fonctions optionnelles associées sont en service :
■ le commutateur "Auto / Manuel" est en position Auto
■ les 3 commutateurs "Local / Distance" sont en position Distance
■ les 3 disjoncteurs sont embrochés
■ pas de défaut TP détecté par la fonction Surveillance TP (ANSI 60FL), pour éviter un transfert de sources sur perte des transformateurs de tension
■ pas d'interdiction de transfert par V_TRANS_STOP par équations logiques ou par Logipam.

Initialisation du transfert
3 événements peuvent déclencher le transfert automatique de source :
■ la perte de tension détecté sur l'arrivée par la fonction Minimum de tension phase (ANSI 27)
■ ou la détection d'un défaut par les protections en amont de l'arrivée, avec ordre d'interdéclenchement sur l'entrée logique "Déclenchement externe 1"
■ ou V_TRANS_ON_FLT, initialisation du transfert par équations logiques ou par Logipam.

Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Fonctionnement

Schéma de principe

DE52291

Conditions nécessaires au transfert 2/3
ANSI 50/51 max. de courant phase ex1 inst.
ANSI 50N/51N max. de courant terre ex1 inst.
V_TRANS_STOP
ANSI 27 min. de tension phase ex1 inst.
Interdiction TC (local)
Interdiction TC côté opposé (local)
Interdiction TC couplage (local)
Disjoncteur débroché
Disjoncteur côté opposé débroché
Disjoncteur couplage débroché
Disjoncteur fermé
Tension correcte côté opposé
ANSI 60FL défaut TP
Commutateur auto
Disjoncteur couplage ouvert
Disjoncteur côté opposé fermé
Disjoncteur couplage fermé
Disjoncteur côté opposé ouvert
Initialisation du transfert
ANSI 27 min. de tension phase ex1 tempo.
Déclenchement externe 1
V_TRANS_ON_FLT
Fermeture du disjoncteur normalement ouvert
Disjoncteur ouvert
Verrouillage enclenchement couplage ou NO
ANSI 27R min. de tension rémanente ex1 tempo.

≥ 1
0 T
T = 2 s
&
Couplage NO
Couplage NF

Ordre de déclenchement du disjoncteur par ATS pris en compte par commande appareillage V_AT_TRIPPING

Ordre de fermeture automatique du disjoncteur normalement ouvert V_CLOSE_NO_ORD

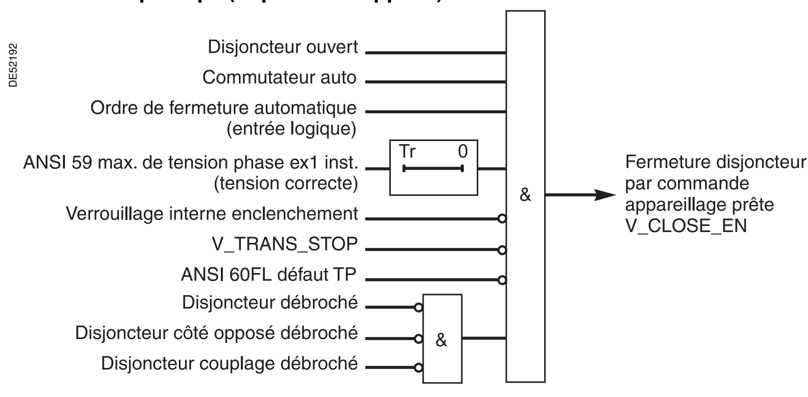
Fermeture du disjoncteur normalement ouvert

Les conditions requises pour commander la fermeture du disjoncteur normalement ouvert sont les suivantes :

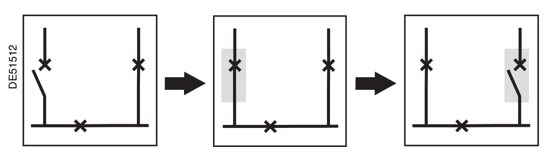
- le disjoncteur d'arrivée est ouvert
- pas de conditions de verrouillage de l'enclenchement du disjoncteur normalement ouvert
- absence de tension rémanente sur le jeu de barres (contrôle nécessaire lorsque des moteurs sont raccordés au jeu de barres).

Si le disjoncteur normalement ouvert est le disjoncteur côté opposé :
l'ordre de fermeture du disjoncteur NO est transmis par une sortie logique de Sepam vers une entrée logique du Sepam côté opposé où il est pris en compte par la fonction Commande appareillage (voir schéma de principe ci-dessous).
Si le disjoncteur normalement ouvert est le disjoncteur de couplage :
l'ordre de fermeture du disjoncteur NO est transmis par une sortie logique de Sepam pour fermer directement le disjoncteur, sans intermédiaire.

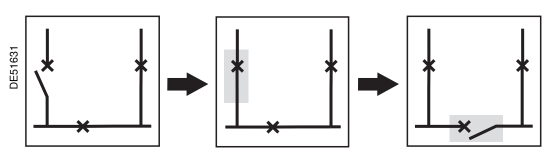
Schéma de principe (Sepam côté opposé)



Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Fonctionnement



Retour volontaire à la normale sans coupure avec couplage normalement fermé.



Retour volontaire à la normale sans coupure avec couplage normalement ouvert.

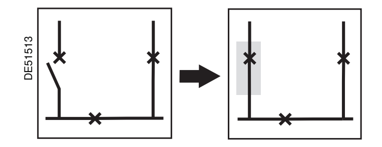
Retour volontaire à la normale sans coupure

Description
Le retour volontaire à la normale sans coupure met en œuvre deux fonctions de commande séparées :
■ la fermeture du disjoncteur ouvert, avec ou sans contrôle de synchronisme : les 3 disjoncteurs sont fermés
■ puis l'ouverture du disjoncteur normalement ouvert, désigné par le commutateur "Disjoncteur NO".
Ces deux fonctions peuvent également être utilisées pour permuter la source d'alimentation du jeu de barres sans coupure.

Conditions de transfert obligatoires
Ces conditions sont toujours requises pour autoriser le transfert :
■ le disjoncteur d'arrivée est ouvert
■ le disjoncteur côté opposé et le disjoncteur de couplage sont fermés
■ la tension est correcte en amont du disjoncteur d'arrivée, tension detectée soit par la fonction ANSI 59, soit à partir d'un traitement dans Logipam avec V_TRANS_V_EN.

Conditions de transfert facultatives
Ces conditions sont requises lorsque les fonctions optionnelles associées sont en service :
■ le commutateur "Auto / Manuel" est en position Manuel
■ les 3 commutateurs "Local / Distance" sont en position Local
■ les 3 disjoncteurs sont embrochés
■ pas de défaut TP détecté par la fonction Surveillance TP (ANSI 60FL), pour éviter un transfert de sources sur perte des transformateurs de tension
■ pas d'interdiction de transfert par V_TRANS_STOP par équations logiques ou par Logipam.

Initialisation du retour à la normale
■ commande de fermeture volontaire du disjoncteur d'arrivée.

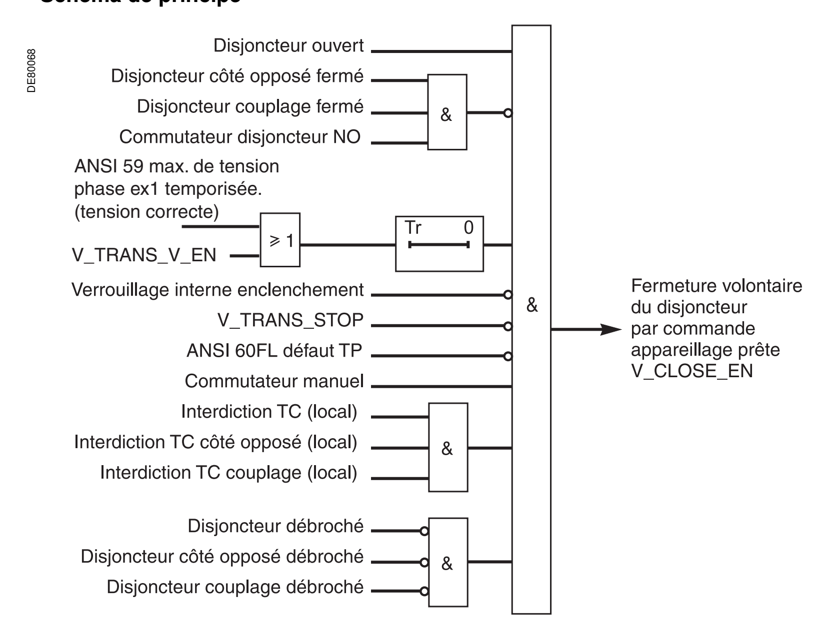


Fermeture du disjoncteur ouvert

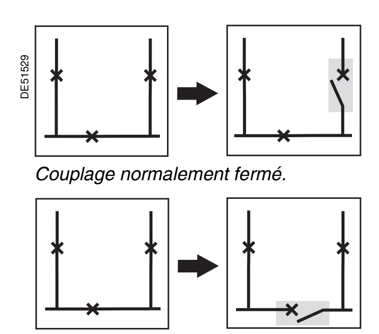
Description
La fermeture du disjoncteur est assurée par la fonction Commande appareillage, avec ou sans contrôle de synchronisme.

La fonction ATS contrôle l'ensemble des conditions nécessaires et signale à l'opérateur que le retour à la normale est possible.

Schéma de principe



Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Fonctionnement



Couplage normalement fermé.

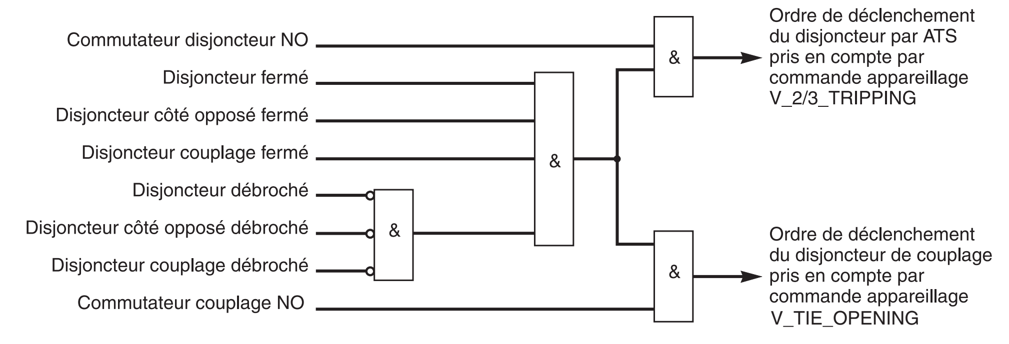
Couplage normalement ouvert.

Ouverture du disjoncteur normalement ouvert

Description

Cette fonction commande l'ouverture du disjoncteur désigné comme normalement ouvert par la position du commutateur "Disjoncteur NO", lorsque les 3 disjoncteurs sont fermés.
Elle garantit pour toutes les séquences de l'automatisme qui mettent en parallèle les deux sources, qu'à la fin du transfert seul 2 disjoncteurs sont fermés sur les 3.
L'ordre d'ouverture est pris en compte par la fonction Commande appareillage.

Schéma de principe



Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Fonctionnement

Fermeture du couplage

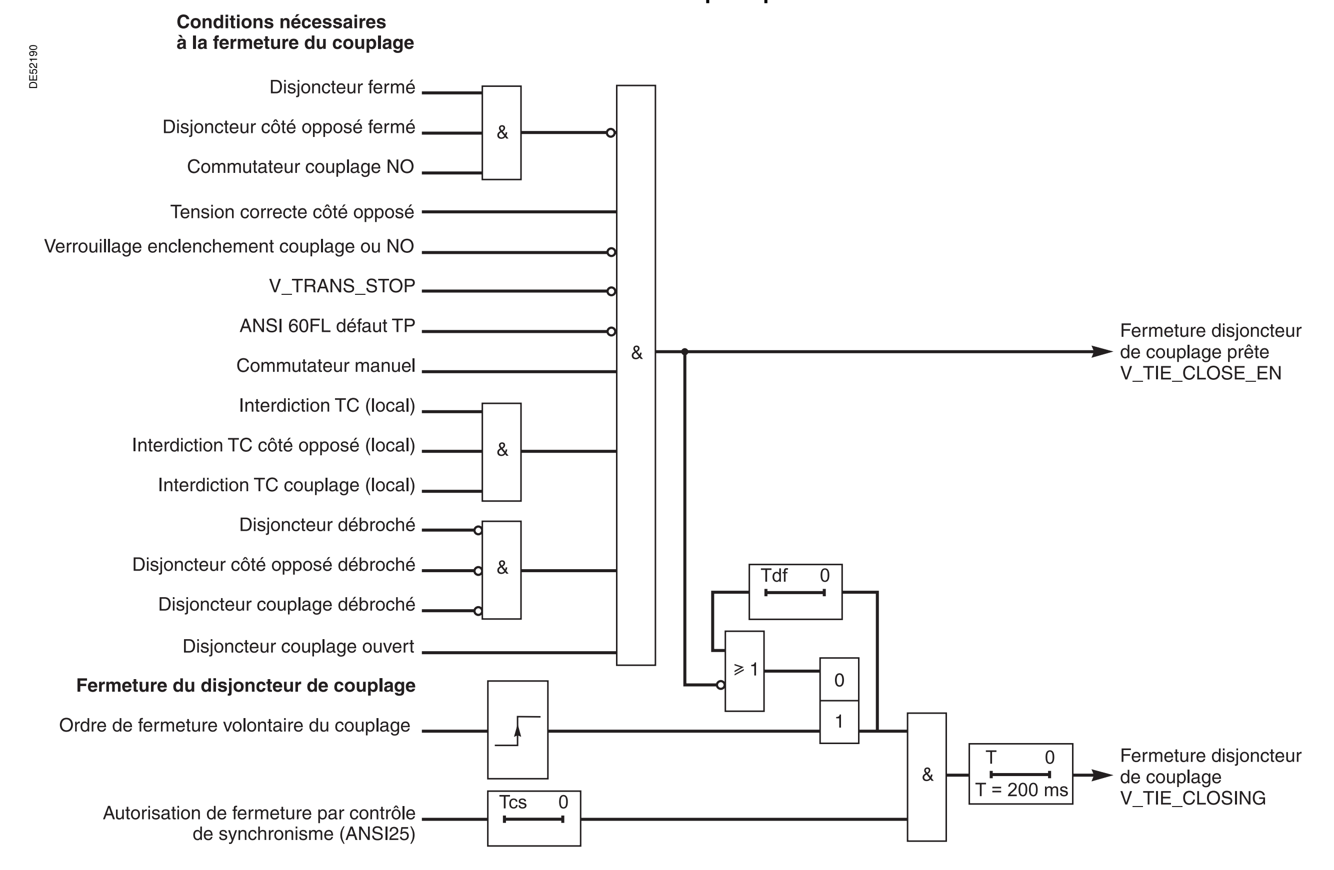
Description
La fermeture volontaire du disjoncteur de couplage sans coupure met en œuvre deux fonctions de commande séparées :
■ la fermeture du disjoncteur de couplage, avec ou sans contrôle de synchronisme : les 3 disjoncteurs sont fermés
■ puis l'ouverture du disjoncteur normalement ouvert, désigné par le commutateur "Disjoncteur NO".

Conditions de transfert obligatoires
Ces conditions sont toujours requises pour autoriser le transfert :
■ la tension côté opposé est correcte
■ les 3 conditions suivantes ne sont pas réunies simultanément :
□ le disjoncteur arrivée est fermé
□ le disjoncteur arrivée côté opposé est fermé
□ le disjoncteur de couplage est le disjoncteur normalement ouvert, désigné par le commutateur "Disjoncteur NO".

Conditions de transfert facultatives
Ces conditions sont requises lorsque les fonctions optionnelles associées sont en service :
■ le commutateur "Auto / Manuel" est en position Manuel
■ les 3 commutateurs "Local / Distance" sont en position Local
■ les 3 disjoncteurs sont embrochés
■ pas de défaut TP détecté par la fonction Surveillance TP (ANSI 60FL), pour éviter un transfert de sources sur perte des transformateurs de tension
■ pas d'interdiction de transfert par V_TRANS_STOP par équations logiques ou par Logipam.

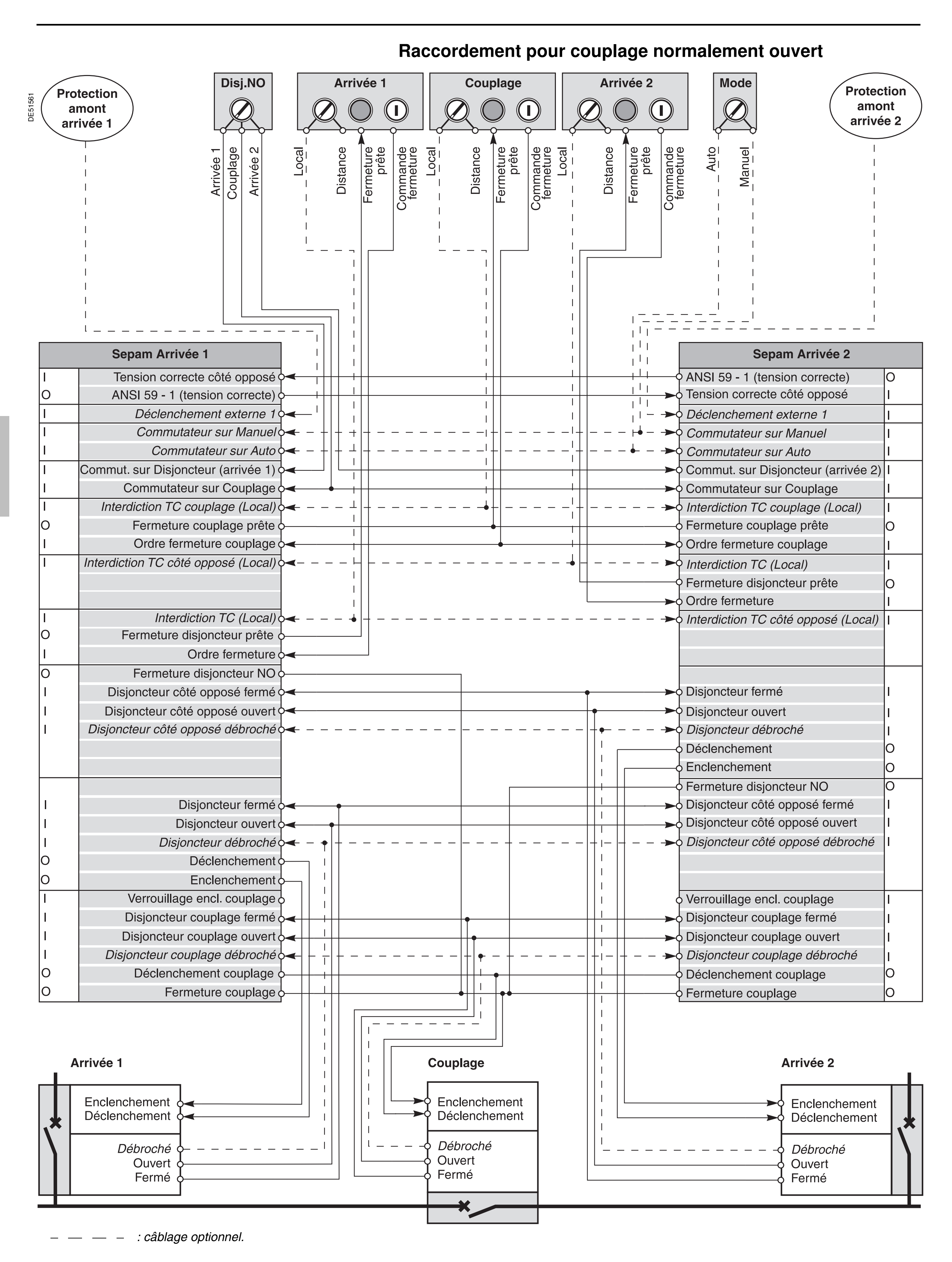
Initialisation de la fermeture du couplage
Commande de fermeture volontaire du disjoncteur de couplage.

Schéma de principe



Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Mise en œuvre

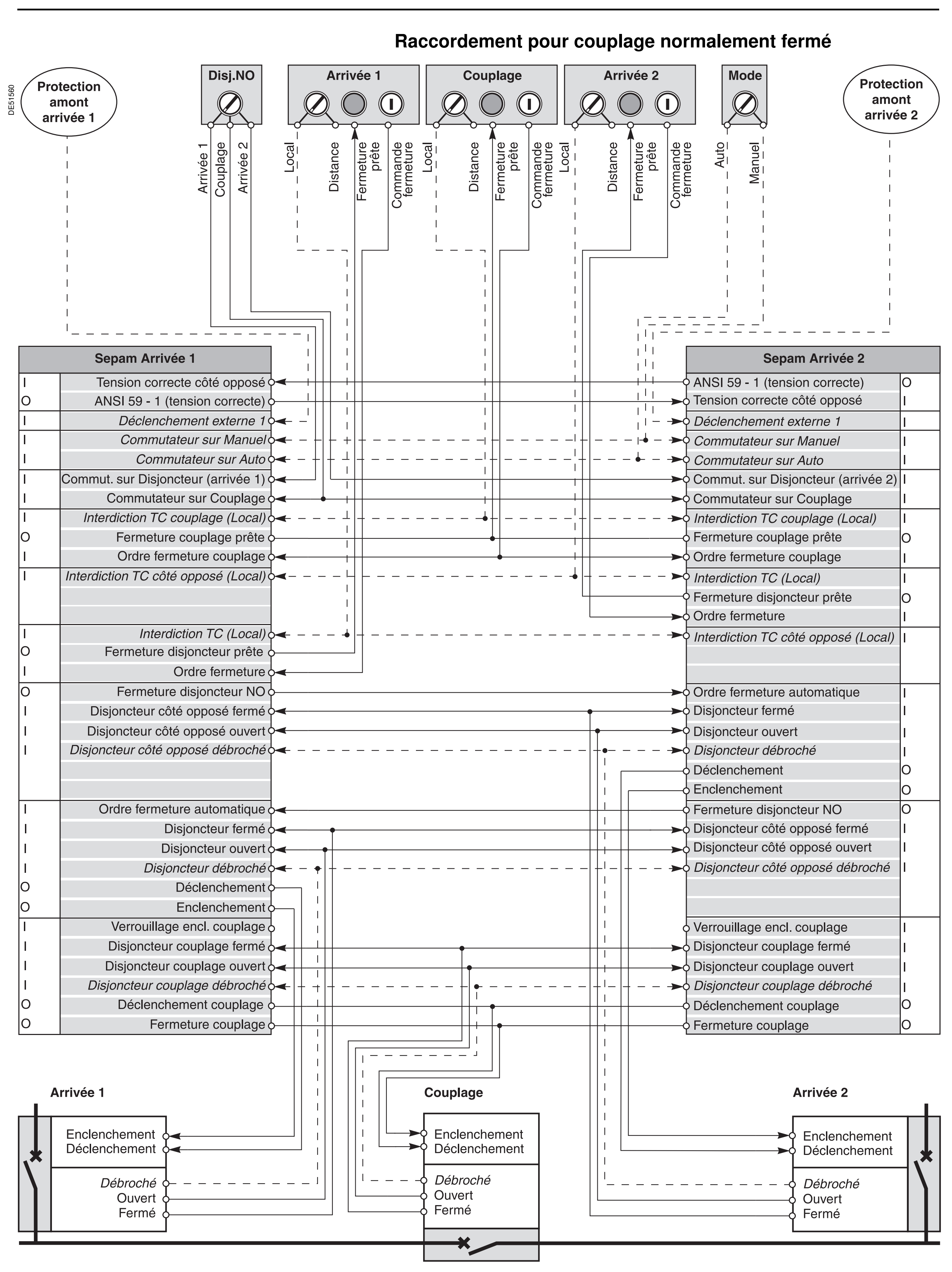
Raccordement pour couplage normalement ouvert



– – – – : câblage optionnel.

Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Mise en œuvre

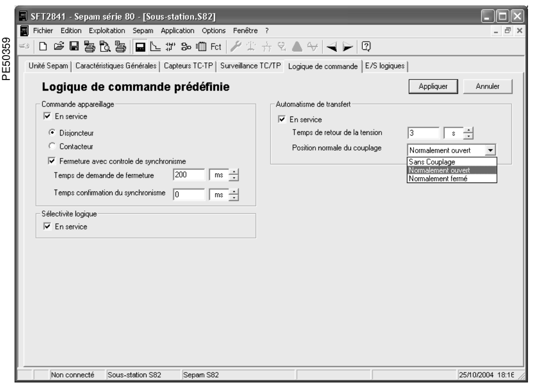
Raccordement pour couplage normalement fermé



– — — – : câblage optionnel.

Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Mise en œuvre

PE50359



SFT2841 : paramétrage de la logique de commande prédéfinie.

Paramétrage des fonctions de commande prédéfinies

La fonction Automatisme de transfert de sources est à paramétrer en même temps que la fonction Commande appareillage, dans l'onglet "Logique de commande" du logiciel SFT2841.

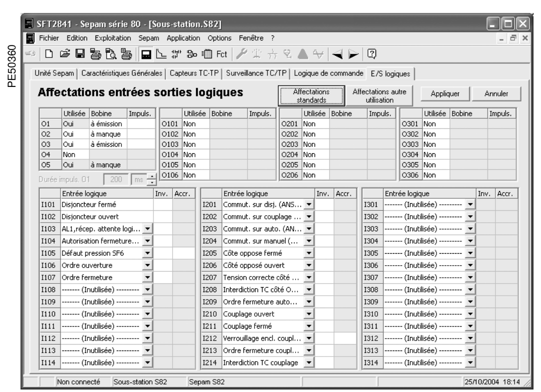
Fonction Commande appareillage
- mettre en service la fonction Commande appareillage
- mettre en service la fonction Contrôle du synchronisme si nécessaire.

Fonction Automatisme de transfert de sources
- mettre en service la fonction Automatisme de transfert et ajuster les paramètres associés :
  - temps de retour de la tension Tr (typiquement 3 s)
  - position normale du couplage : normalement ouvert ou normalement fermé, en fonction du mode d'exploitation du réseau.

Fonction Surveillance TP
La fonction Surveillance TP (ANSI 60FL) est à mettre en service si nécessaire.

Réglage des fonctions de protection

Fonctions de protection	Utilisation	Indications de réglage
Minimum de tension phase (ANSI 27) Exemplaire 1	Initialisation du transfert automatique sur détection d'une perte de tension.	Seuil tension : 60 % Unp Tempo : 300 ms
Maximum de courant phase (ANSI 50/51) Ex. 1, sortie instantanée	Détection de défaut phase en aval, pour interdire le transfert automatique.	A régler en fonction du plan de protection (seuil le plus sensible)
Maximum de courant terre (ANSI 50N/51N) Ex. 1, sortie instantanée	Détection de défaut terre en aval, pour interdire le transfert automatique.	A régler en fonction du plan de protection (seuil le plus sensible)
Maximum de tension phase (ANSI 59) Exemplaire 1	Détection de la présence tension phase en amont du disjoncteur. A affecter à une sortie logique de Sepam dans la matrice de commande	Seuil tension : 90 % Unp Tempo : 3 s.
Fonctions de protection optionnelles	**Utilisation**	**Indications de réglage**
Minimum de tension rémanente (ANSI 27R) Exemplaire 1	Détection de l'absence de tension rémanente sur un jeu de barres sur lequel sont raccordés des moteurs	Seuil tension : 30 % Unp Tempo : 100 ms



SFT2841 : affectation standard des entrées nécessaires à la fonction ATS.

Affectation des entrées logiques

Les entrées logiques nécessaires à la fonction ATS sont à affecter dans l'écran "E/S logiques" de SFT2841.
Le bouton "Affectation standard" propose une affectation des entrées principales nécessaires à la fonction ATS. Les autres entrées sont à affecter manuellement.

Affectation des sorties logiques dans la matrice de commande

L'affectation de ces sorties logiques nécessaires à la fonction ATS se passe en 2 temps :

- ■ déclaration des sorties logiques nécessaires "Utilisée", en précisant le mode de commande de chaque sortie, dans l'écran "E/S logiques" de SFT2841
- ■ affectation de chaque sortie prédéfinie associée à la fonction ATS à une sortie logique de Sepam dans l'écran "Matrice de commande" de SFT2841.

Les sorties prédéfinies associées à la fonction ATS sont les suivantes :

Bouton "Protections"	Description	Utilisation
59 - 1	Sortie temporisée de la fonction Maximum de tension phase (ANSI 59) Exemplaire 1	Signalisation pour le Sepam côté opposé : tension correcte en amont du disjoncteur d'arrivée
Bouton "Logique"	**Description**	**Utilisation**
Fermeture disjoncteur NO	Sortie prédéfinie V_CLOSE_NO_ORD de la fonction ATS	Commande de fermeture automatique du disjoncteur normalement ouvert.
Fermeture du couplage	Sortie prédéfinie V_TIE_CLOSING de la fonction ATS	Commande de fermeture du disjoncteur de couplage.
Déclenchement du couplage	Sortie prédéfinie V_TIE_OPENING de la fonction ATS	Commande d'ouverture du disjoncteur de couplage.
Fermeture du disjoncteur prête	Sortie prédéfinie V_CLOSE_EN de la fonction ATS	Signalisation par voyant : les conditions de retour à la normale sont réunies. (contrôle de synchronisme excepté)
Fermeture du disjoncteur de couplage prête	Sortie prédéfinie V_TIE_CLOSE_EN de la fonction ATS	Signalisation par voyant : les conditions de fermeture du couplage sont réunies. (contrôle de synchronisme excepté)

Automatisme de transfert de sources deux sur trois
Caractéristiques

Réglages	
Activité	
Plage de réglage	En service / Hors service
Temps de retour de la tension	
Plage de réglage	0 à 300 s
Précision (1)	±2 % ou de -10 ms à +25 ms
Résolution	10 ms ou 1 digit
Position normale du couplage	
Plage de réglage	Sans / Normalement ouvert / Normalement fermé

Entrées

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam
Lancement d'un transfert automatique	V_TRANS_ON_FLT	■	■
Verrouillage du transfert	V_TRANS_STOP	■	■
Tension correcte en amont du disjoncteur d'arrivée	V_TRANS _ V_EN		■

Sorties

Libellé	Syntaxe	Equations	Logipam	Matrice
Automatisme de transfert de sources en service	V_TRANSF_ON		■	
Déclenchement commandé par logique 2/3 ou 1/2	V_2/3_TRIPPING		■	■
Déclenchement par transfert automatique	V_AT_TRIPPING		■	■
Fermeture du disjoncteur NO	V_CLOSE_NO_ORD		■	■
Fermeture du disjoncteur prête	V_CLOSE_EN		■	■
Ouverture du couplage	V_TIE_OPENING		■	■
Fermeture du couplage prête	V_TIE_CLOSE_EN		■	■
Fermeture du couplage	V_TIE_CLOSING		■	■
Échec de fermeture du couplage avec contrôle de synchronisme	V_TIESYNCFAIL		■	■

(1) Dans les conditions de référence (CEI 60255-6).

4

Fonctionnement

Un événement peut être signalé localement en face avant de Sepam par :

- apparition d'un message sur l'afficheur
- allumage d'un des 9 voyants jaunes de signalisation.

Signalisation par messages

Messages prédéfinis

Tous les messages associés aux fonctions standard d'un Sepam sont prédéfinis et disponibles en 2 versions linguistiques :

- en anglais, messages usine, non modifiables
- et en langue locale, suivant version livrée.

Le choix de la version linguistique s'effectue lors du paramétrage de Sepam.
Ils sont visibles sur l'afficheur des Sepam et sur l'écran Alarmes de SFT2841.
Le nombre et la nature des messages prédéfinis dépend du type de Sepam, le tableau ci-dessous donne la liste exhaustive de tous les messages prédéfinis.

Fonctions			**Anglais**	**Langue locale (ex. : français)**
Commande et surveillance	**Code ANSI**			
Déclenchement externe (1 à 3)			EXT. TRIP (1 to 3)	DECLT.EXT. (1 à 3)
Déclenchement Buchholz			BUCHH/GAS TRIP	BUCHH/GAZ DECL^T
Alarme Buchholz			BUCHHOLZ ALARM	BUCHH ALARME
Déclenchement thermostat			THERMOS^T. TRIP	THERMOS^T.DECL^T.
Alarme thermostat			THERMOS^T. ALARM	THERM^{OT}.ALARME
Déclenchement pression			PRESSURE TRIP	PRESSION DECL^T
Alarme pression			PRESSURE ALARM	PRESSION ALARME
Thermistor alarme			THERMISTOR AL.	THERMISTOR AL.
Thermistor déclenchement			THERMISTOR TRIP	THERMISTOR DECL.
Défaut commande			CONTROL FAULT	DEFAUT COMMANDE
Délestage			LOAD SHEDDING	DÉLESTAGE
Arrêt groupe			GENSET SHUTDOWN	ARRÊT GROUPE
Désexcitation			DE-EXCITATION	DÉSEXCITATION
Déclenchement par transfert automatique			AUTO TRANSFER	TRANSFERT AUTO
Diagnostic	**Code ANSI**			
Défaut SF6			SF6 LOW	BAISSE SF6
Défaut sonde module MET148-2 N° 1			RTD'S FAULT MET1 (1)	DEF SONDE MET1 (1)
Défaut sonde module MET148-2 N°2			RTD'S FAULT MET2 (1)	DEF. SONDE MET2 (1)
Surveillance TP	60FL	Surveillance TP phase	VT FAULT	DEFAUT TP
		Surveillance TP résiduel	VT FAULT Vo	DEFAUT TP Vo
Surveillance TC	60	Surveillance TC principal	CT FAULT	DEFAUT TC
		Surveillance TC supplémentaire	CT' FAULT	DEFAUT TC'
Défaut du circuit de déclenchement (TCS) ou non complémentarité	74		TRIP CIRCUIT	CICRUIT DECL^T
Défaut circuit d'enclenchement			CLOSE CIRCUIT	CIRCUIT ENCL^T
Défaut complémentarité gradins			COMP. FLT. STP (1 to 4)	DEF. COMP. GR (1 à 4)
Surveillance des ampères coupés cumulés			ΣI^2BREAKING >>	ΣI^2 COUPES
Surveillance pile			BATTERY LOW (1)	PILE FAIBLE (1)
Surveillance alimentation auxiliaire		Seuil bas	LOW POWER SUP.	ALIM. SEUIL BAS
		Seuil haut	HIGH POWER SUP.	ALIM. SEUIL HAUT

***(1)** Message DEFAUT SONDES, PILE FAIBLE : consulter le chapitre maintenance.*

Signalisation locale
Code ANSI 30

Fonctions			Anglais	Langue locale (ex. : français)
Protection	**Code ANSI**			
Maximum de vitesse	12		OVERSPEED	VITESSE >>
Minimum de vitesse	14		UNDERSPEED	VITESSE <<
Minimum d'impédance	21B		UNDERIMPEDANCE	IMPEDANCE <<
Surfluxage (V/Hz)	24		OVERFLUXING	SURFLUXAGE
Contrôle de synchronisme	25	Fermeture avec contrôle de synchronisme en cours	SYNC.IN PROCESS	SYNC. EN COURS
		Fermeture avec contrôle de synchronisme effectuée	SYNC. OK	SYNC. REUSSIE
		Echec de fermeture, pas de synchronisme	SYNC. FAILURE	ECHEC SYNC.
		Echec de fermeture, pas de synchronisme, cause dU	SYNC. FAILED dU	ECHEC SYNC. dU
		Echec de fermeture, pas de synchronisme, cause dPHI	SYNC. FAILED dPhi	ECHEC SYNC. dPhi
		Echec de fermeture, pas de synchronisme, cause dF	SYNC. FAILED dF	ECHEC SYNC. dF
		Arrêt fermeture avec contrôle de synchronisme	STOP SYNC.	STOP SYNC.
		Echec fermeture couplage avec contrôle de synchronisme	TIE SYNC. FAILED	ECHEC COUPLAGE
Minimum de tension	27		UNDERVOLTAGE (1)	TENSION << (1)
Minimum de tension directe	27D	Minimum de tension directe	UNDERVOLTAGE.PS	TENSION Vd <<
		Rotation inverse	ROTATION -	ROTATION -
Minimum de tension résiduelle harmonique 3	27TN/64G2		100% STATOR	100% STATOR
Maximum de puissance active	32P		OVER P	P >>
Maximum de puissance réactive	32Q		OVER Q	Q >>
Minimum de courant	37		UNDER CURRENT	COURANT <<
Minimum de puissance active	37P		UNDER POWER	P <<
Surveillance température	38/49T	Alarme	OVER TEMP. ALM	T° ALARME
		Déclenchement	OVER TEMP. TRIP	T° DECL^{T}
Perte d'excitation	40		FIELD LOSS	PERTE EXCITATION
Maximum de composante inverse	46		UNBALANCE I	DESEQUILIBRE I
Maximum de tension inverse	47		UNBALANCE U	DESEQULIBRE U
Démarrage trop long, blocage rotor	48/51LR	Démarrage trop long	LONG START	DEMARRAGE LONG
		Blocage rotor en régime normal	ROTOR BLOCKING	BLOCAGE ROTOR
		Blocage rotor au démarrage	ST^{RT} LOCKED ROT^{R}	BLOC ROTOR DEM
Image thermique	49RMS	Alarme	THERMAL ALARM	ECHAUF^{T}.ALARME
		Déclenchement	THERMAL TRIP	ECHAUF^{T}.DECL$^{T.}$
		Verrouillage enclenchement	START INHIBIT	DEMARRAGE INHIBE
Défaillance disjoncteur	50BF		BREAKER FAILURE	DEF. DISJONCT.
Mise sous tension accidentelle	50/27		INADV. ENERGIZ.	SS TENSION ACC.
Maximum de courant phase	50/51		PHASE FAULT (2)	DEFAUT PHASE (2)
Maximum de courant résiduel	50N/51N		EARTH FAULT	DEFAUT TERRE
Maximum de courant phase à retenue de tension	50V/51V		O/C V REST (2)	DEF. PHASE RET. U (2)
Maximum de courant de déséquilibre	51C		UNBAL. STP (1 to 4)	DES. GRADIN (1 à 4)
Maximum de tension	59		OVERVOLTAGE (1)	TENSION >> (1)
Maximum de tension résiduelle	59N		Vo FAULT	DEFAUT Vo
Différentielle de terre restreinte	64 REF		RESTRIC. EARTH FAULT	TERRE RESTREINTE
Limitation du nombre de démarrage	66		START INHIBIT	DEMARRAGE INHIBE
Maximum de courant phase	67		DIR. PHASE FAULT (2)	DEFAUT PHASE DIR. (2)
Maximum de courant terre directionnel	67N/67NC		DIR. EARTH FAULT	DEFAUT TERRE DIR.
Perte de synchronisme	78PS		POLE SLIP	PERTE SYNCHRO.
Réenclencheur	79	Cycle x	CYCLE (1 to 4) (3)	CYCLE (1 à 4) (3)
		Réenclenchement réussi	CLEARED FAULT	DEFAUT ELIMINE
		Déclenchement définitif	FINAL TRIP	DECL^{T} DEFINITIF
Maximum fréquence	81H		OVER FREQ.	FREQUENCE >>
Minimum fréquence	81L		UNDER FREQ.	FREQUENCE <<
Dérivée de fréquence	81R		ROCOF	DERIV. FREQ
Différentielle machine	87M		DIFFERENTIAL	DIFFERENTIELLE
Différentielle transformateur	87T		DIFFERENTIAL	DIFFERENTIELLE

(1) *Avec indication de la phase en défaut, si utilisation en tension simple.*
(2) *Avec indication de la phase en défaut.*
(3) *Avec indication de la protection ayant initiée le cycle (défaut phase, terre, …).*

Signalisation locale
Code ANSI 30

Messages utilisateur personnalisés

100 messages supplémentaires peuvent être créés avec le logiciel SFT2841 pour associer un message à une entrée logique ou au résultat d'une équation logique par exemple, ou remplacer un message prédéfini par un message personnalisé.

Editeur de messages utilisateur personnalisés dans SFT2841

L'éditeur de messages personnalisés est intégré dans le logiciel SFT2841, et est accessible en mode connecté ou non, à partir de l'écran matrice de commande :

- afficher à l'écran l'onglet "Evénement" : les messages prédéfinis apparaissent
- double-cliquer sur un des messages affiché pour lancer l'éditeur de messages personnalisés.

Fonctions de l'éditeur de messages personnalisés

- création et modification des messages personnalisés :
  - en anglais et en langue locale
  - par saisie de texte ou par importation d'un fichier bitmap (*.bmp) existant ou par dessin point à point
- suppression des messages personnalisés
- affectation des messages prédéfinis ou personnalisés à un événement défini dans la matrice de commande :
  - à partir de l'écran matrice de commande, onglet "Evénements", double-cliquer sur l'événement à associer à un nouveau message
  - sélectionner le nouveau message, prédéfini ou personnalisé, parmi les messages présentés
  - "affecter" le à l'événement.

Un même message peut être affecté à plusieurs événements, sans limitation.

Affichage des messages dans SFT2841

- Les messages prédéfinis sont en mémoire du Sepam et apparaissent en mode connecté. En mode non connecté, les message du dernier Sepam connecté sont mémorisés et affichés.
- Les messages personnalisés sont sauvegardés avec les autres paramètres et réglages du Sepam et apparaissent en mode connecté et en mode non connecté.

Traitement des messages sur l'afficheur de Sepam

Lors de l'apparition d'un événement, le message associé s'impose sur l'afficheur de Sepam. Une action sur la touche (clear) efface le message, et autorise la consultation normale de tous les écrans de l'afficheur.

Une action sur la touche (reset) est nécessaire pour acquitter les événements accrochés (sorties des protections par exemple).

La liste des messages reste accessible dans l'historique des alarmes (touche ⚠), où les 16 derniers messages sont conservés. Les 250 derniers messages sont consultables avec le SFT2841.

Pour supprimer les messages conservés dans l'historique des alarmes, il faut :

- afficher l'historique des alarmes sur l'afficheur
- appuyer sur la touche (clear).

Signalisation par voyants

Les 9 voyants jaunes de signalisation en face avant de Sepam sont affectés par défaut aux événements suivants :

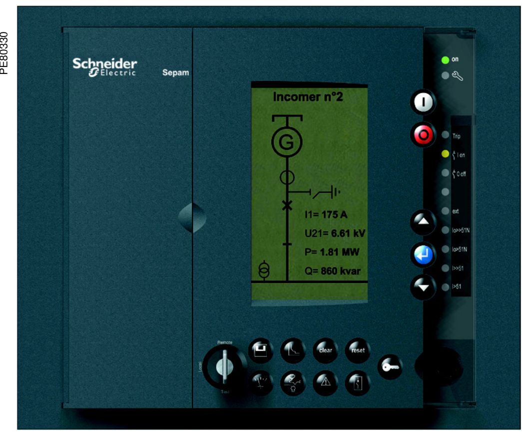
Voyant	Evénement	Libellé étiquette en face avant
Led 1	Déclenchement protection 50/51 ex. 1	I > 51
Led 2	Déclenchement protection 50/51 ex. 2	I >> 51
Led 3	Déclenchement protection 50N/51N ex. 1	Io > 51N
Led 4	Déclenchement protection 50N/51N ex. 2	Io >> 51N
Led 5		Ext
Led 6		
Led 7	Disjoncteur ouvert (I102)	0 Off
Led 8	Disjoncteur fermé (I101)	I On
Led 9	Déclenchement par commande disjoncteur	Trip

Ce paramétrage par défaut peut être personnalisé avec le logiciel SFT2841 :

- l'affectation d'un voyant à un événement est à définir dans l'écran matrice de commande, onglet "Leds"
- l'édition et l'impression de l'étiquette personnalisée sont proposés dans l'écran caractéristiques générales.

Commande locale

PE80330



Commande locale à partir de l'IHM synoptique.

Description

La commande locale de l'appareillage est possible à partir des Sepam série 80 équipés de l'IHM synoptique.
Les fonctions de commande disponibles sont :
- la sélection du mode de commande de Sepam
- la visualisation de l'état de l'appareillage sur synoptique animé
- la commande locale de l'ouverture et de la fermeture de tous les appareils pilotés par Sepam.

Sélection du mode de commande de Sepam

Un commutateur à clé en face avant de l'IHM synoptique permet la sélection du mode de commande de Sepam. 3 modes sont proposés : Remote, Local ou Test.

En mode Remote :
- les télécommandes sont prises en compte
- les commandes locales sont interdites, à l'exception de la commande d'ouverture du disjoncteur.

Le mode Remote est signalé par la variable V_MIMIC_REMOTE = 1.

En mode Local :
- les télécommandes sont interdites, à l'exception de la commande d'ouverture du disjoncteur
- les commandes locales sont opérationnelles.

Le mode Local est signalé par la variable V_MIMIC_LOCAL = 1.

Le mode Test est à sélectionner lorsque des essais sont réalisés sur l'équipement, par exemple lors d'opérations de maintenance préventive :
- toutes les fonctions autorisées en mode Local le sont également en mode Test
- aucun événement horodaté n'est transmis par la communication.

Le mode Test est signalé par la variable V_MIMIC_TEST = 1.

Le logiciel de programmation Logipam permet de personnaliser le traitement des modes de commande.

Synoptique et symboles

Un synoptique ou schéma unifilaire est une représentation schématique d'une installation électrique. Il est composé d'un fond d'écran fixe sur lequel sont positionnés des symboles et des mesures.
L'éditeur de synoptique intégré au logiciel SFT2841 permet la personnalisation et le paramétrage du synoptique.

Les symboles composant le synoptique réalisent l'interface entre l'IHM synoptique et les autres fonctions de commande de Sepam.
Il y a trois types de symbole :
- symbole fixe : pour représenter les organes électrotechniques sans animation ni commande, par exemple un transformateur
- symbole animé, à 1 ou 2 entrées : pour les organes électrotechniques dont la représentation sur le synoptique change en fonction des entrées du symbole mais qui ne peuvent pas être commandés depuis l'IHM synoptique de Sepam.
Ce type de symbole s'applique par exemple aux sectionneurs non motorisés.
- symbole commandé, à 1 ou 2 entrées/sorties : pour les organes électrotechniques dont la représentation sur le synoptique change en fonction des entrées du symbole et qui peuvent être commandés depuis l'IHM synoptique de Sepam.
Ce type de symbole s'applique par exemple aux disjoncteurs.
Les sorties du symbole servent à commander l'organe électrotechnique :
  - □ directement par les sorties logiques du Sepam
  - □ par la fonction Commande appareillage
  - □ par équations logiques ou par programme Logipam.

4

Animation d'un symbole

Suivant la valeur de leurs entrées, les symboles changent d'état. A chaque état est associé une représentation graphique. L'animation est réalisée automatiquement par le changement de la représentation lorsque l'état change.
Les entrées d'un symbole sont à affecter directement aux entrées logiques de Sepam donnant la position de l'appareillage symbolisé.

Symboles animés à 1 entrée

Les symboles de type "Animé - 1 entrée" et "Commandé - 1 entrée/sortie" sont des symboles animés à 1 entrée. C'est la valeur de l'entrée qui détermine l'état du symbole :

- Entrée à 0 = état inactif,
- Entrée à 1 = état actif.

Ce type de symbole permet la représentation d'information simple comme la position débroché du disjoncteur par exemple.

Entrées du symbole	Etat du symbole	Représentation graphique (exemple)
Entrée = 0	Inactif	
Entrée = 1	Actif	

Symboles animés à 2 entrées

Les symboles de type "Animé - 2 entrées" et "Commandé - 2 entrées/sorties" sont des symboles animés à 2 entrées : une entrée ouvert et une entrée fermé.
C'est le cas le plus courant pour représenter les positions de l'appareillage. Le symbole a trois états, donc trois représentations : ouvert, fermé, inconnu. Ce dernier est obtenu quand les entrées ne sont pas complémentaires, il est alors impossible de déterminer la position de l'appareillage.

Entrées du symbole	Etat du symbole	Représentation graphique (exemple)
Entrée 1 (ouvert) = 1 Entrée 2 (fermé) = 0	Ouvert	
Entrée 1 (ouvert) = 0 Entrée 2 (fermé) = 1	Fermé	
Entrée 1 (ouvert) = 0 Entrée 2 (fermé) = 0	Inconnu	
Entrée 1 (ouvert) = 1 Entrée 2 (fermé) = 1	Inconnu	

Commande locale à partir d'un symbole

Les symboles de type "Commandé - 1 entrée/sortie" et "Commandé - 2 entrées/sorties" permettent à l'opérateur de commander l'appareillage associé à ces symboles à partir de l'IHM synoptique de Sepam.

Symboles de commande à 2 sorties

Les symboles de type "Commandé - 2 entrées/sorties" disposent de 2 sorties de commande pour commander l'ouverture et la fermeture de l'appareil symbolisé.
Le passage d'une commande depuis l'IHM synoptique génère une impulsion de 300 ms sur la sortie commandée.

Symboles de commande à 1 sortie

Les symboles de type "Commandé - 1 entrée/sortie" disposent d'une sortie de commande. La sortie reste dans le dernier état commandé de façon permanente.
Le passage d'une commande entraîne le changement d'état de la sortie.

Inhibition des commandes

Les symboles de type "Commandé - 1 entrée/sortie" et "Commandé - 2 entrées/sorties" disposent de 2 entrées d'inhibition qui interdisent la commande pour l'ouverture ou la fermeture quand elles sont positionnées à 1. Ce mécanisme permet de réaliser des interverrouillages ou autres causes d'interdiction de commande, qui sont pris en compte au niveau de l'IHM.

Commande locale

Entrées / Sorties d'un symbole

Suivant le fonctionnement désiré de l'IHM synoptique, les entrées des symboles animés et les entrées/sorties des symboles commandés sont à affecter à des variables de Sepam.

Variables Sepam à affecter aux entrées d'un symbole

Variables Sepam		Nom	Utilisation
Entrées logiques		Ixxx	Animation des symboles en utilisant directement la position des appareils
Sorties de fonctions prédéfinies	Commande appareillage	V_CLOSE_INHIBITED	Interdiction de manœuvre du disjoncteur
	Position de la clé en face avant du Sepam	V_MIMIC_LOCAL, V_MIMIC_REMOTE, V_MIMIC_TEST	Représentation de la position de la clé. Interdiction de manœuvre en fonction du mode de commande
	Equations logiques ou programme Logipam	V_MIMIC_IN_1 à V_MIMIC_IN_16	Représentation d'états internes au Sepam Cas d'interdiction de manœuvre

Variables Sepam à affecter aux sorties d'un symbole

Variables Sepam		Nom	Utilisation
Sorties logiques		Oxxx	Commande directe des appareils
Entrées de fonctions prédéfinies	Commande appareillage	V_MIMIC_CLOSE_CB V_MIMIC_OPEN_CB	Commande du disjoncteur par la fonction commande appareillage à partir de l'IHM synoptique
	Equations logiques ou programme Logipam	V_MIMIC_OUT1 à V_MIMIC_OUT16	Traitement des ordres par des fonctions logiques : interverrouillage, séquence de commande,…

4

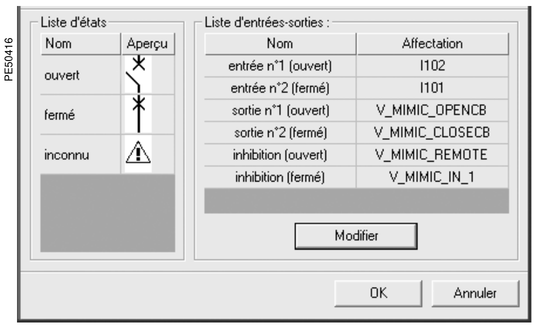
Schéma de principe

Les schémas de principe ci-dessous présentent les fonctions assurées par les symboles commandés, à partir de 2 exemples.
La commande volontaire de l'opérateur (sélection de l'appareil à commander sur le synoptique et action sur une touche de commande) sont représentés des les schémas de principe par les icones suivantes :

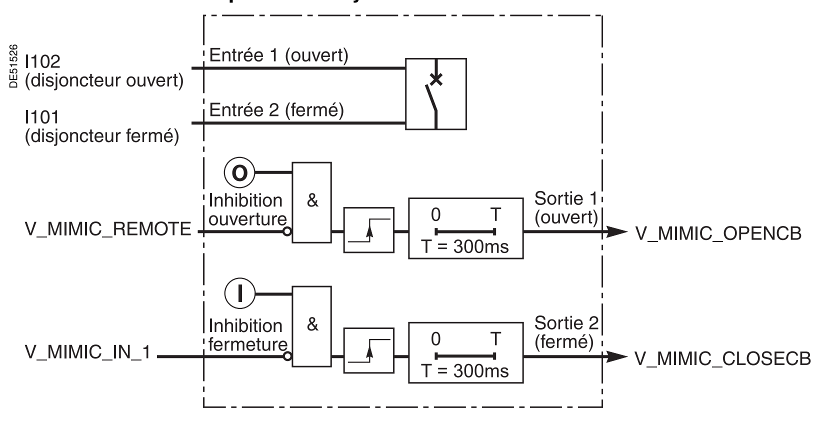
(O) : commande d'ouverture

(I) : commande de fermeture

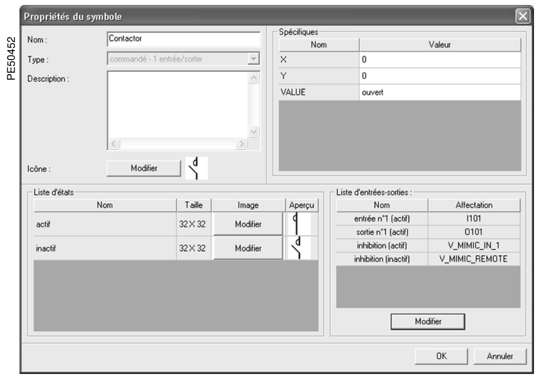
Commande locale à partir d'un symbole à 2 sorties



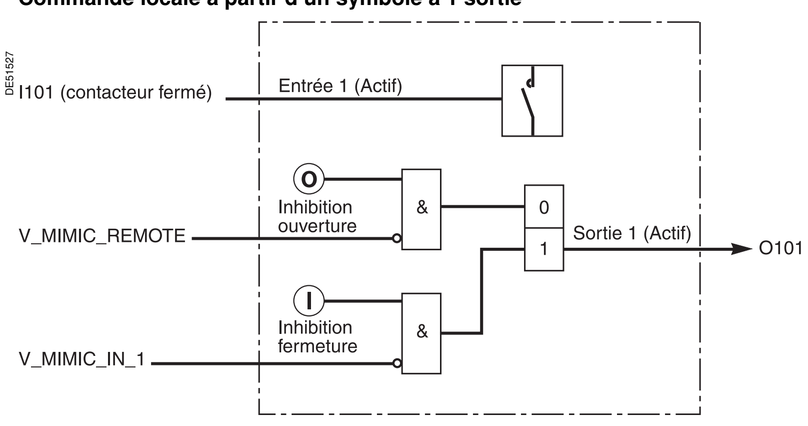
SFT2841 : exemple d'affectation des entrées / sorties d'un symbole à 2 sorties.



Commande locale à partir d'un symbole à 1 sortie



SFT2841 : exemple d'affectation des entrées / sorties d'un symbole à 1 sortie.



Matrice de commande

Fonctionnement

La matrice de commande permet d'affecter simplement les sorties logiques et les voyants aux informations produites par les protections, la logique de commande et les entrées logiques. Chaque colonne réalise un OU logique entre toutes les lignes sélectionnées.
La matrice permet également de visualiser les alarmes associées aux informations et garantit la cohérence du paramétrage avec les fonctions prédéfinies.
Les informations suivantes sont gérées dans la matrice de commande et sont paramétrables par le logiciel SFT2841.

Entrées de la matrice de commande

Bouton "Protections"	Signification	Remarque
Toutes les protections de l'application	Sortie déclenchement de la protection et sorties complémentaires le cas échéant	
Bouton "Entrées"	**Signification**	**Remarque**
Entrées logique I101 à I114	Suivant configuration	Si premier module MES120 configuré
Entrées logique I201 à I214	Suivant configuration	Si deuxième module MES120 configuré
Entrées logique I301 à I314	Suivant configuration	Si troisième module MES120 configuré
Bouton "Equations"	**Signification**	**Remarque**
V1 à V20	Sorties de l'éditeur d'équations logiques	
Bouton "Logipam"	**Signification**	**Remarque**
MAT001 à MAT128	Bit de sorties du Logipam vers la matrice	Seul les bits effectivement utilisés dans le Logipam sont affichés
Bouton "Logique"	**Signification**	**Remarque**
Commande appareillage		
Enclenchement	Enclenchement par la fonction commande appareillage	Par défaut sur O3. Uniquement disponible si commande appareillage en mode disjoncteur
Déclenchement	Déclenchement par la fonction commande appareillage	Forcé sur O1, si commande appareillage en mode disjoncteur
Vérouillage de l'enclenchement	Verrouillage par la commande appareillage	Par défaut sur O2. Uniquement disponible si la commande appareillage en mode disjoncteur
Commande contacteur	Commande contacteur simple	Forcé sur O1, si commande appareillage en mode contacteur
Pick-up	OU logique de la sortie instantanée de toutes les protections à l'exception des protections 38/49T, 48/51LR, 49 RMS, 64G2/27TN, 66.	
Drop-out	Le compteur de temporisation d'une protection n'est pas encore revenu à 0	
Sélectivité logique		
Déclenchement par sélectivité logique	Ordre de déclenchement émis par la fonction sélectivité logique	Seulement dans le cas de l'utilisation de la fonction sélectivité logique sans la fonction commande appareillage
Emission attente logique 1	Emission de l'attente logique vers le Sepam suivant dans la chaîne de sélectivité logique 1	Par défaut sur O102
Emission attente logique 2	Emission de l'attente logique vers le Sepam suivant dans la chaîne de sélectivité logique 2	Par défaut sur O103
Commande moteur/générateur		
Délestage	Emission d'un ordre de délestage	Application moteur
Arrêt groupe	Emission d'un ordre d'arrêt du groupe d'entrainement	Application générateur
Désexcitation	Emission d'un ordre de desexcitation	Application générateur
Réenclencheur		
Réenclencheur en service	Le réenclencheur est en service	
Réenclenchement réussi	Le réenclencheur a réussi le réenclenchement	Sortie impulsionnelle
Déclenchement définitif	Le disjoncteur est définitivement ouvert à l'issue des cycles de réenclenchement	Sortie impulsionnelle
Réenclencheur prêt	Le réenclencheur est prêt à fonctionner	
Réenclencheur cycle 1	Cycle 1 de réenclenchement en cours	
Réenclencheur cycle 2	Cycle 2 de réenclenchement en cours	
Réenclencheur cycle 3	Cycle 3 de réenclenchement en cours	
Réenclencheur cycle 4	Cycle 4 de réenclenchement en cours	
Fermeture par réenclencheur	Un ordre de fermeture est émis par le réenclencheur	
Bouton "GOOSE"	**Signification**	**Remarque**
Entrées logiques G401 à G416 et G501 à G516	Suivant configuration	Uniquement avec ACE850 configuré

Matrice de commande

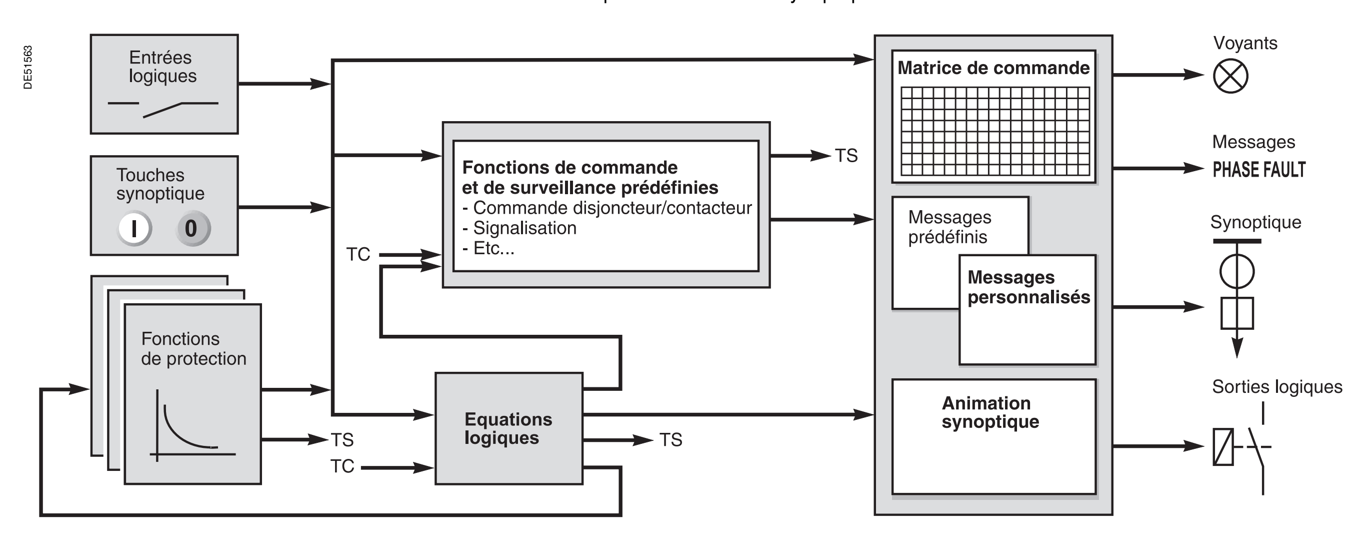
Bouton "Logique"	Signification	Remarque
Diagnostic		
Défaut TCS	Défaut du circuit de déclenchement disjoncteur	
Défaut circuit d'enclenchement	Défaut du circuit d'enclenchement disjoncteur	
Discordance TC/position appareillage	Discordance entre le dernier état commandé par la téléconduite et la position du disjoncteur	
Surveillance appareillage	Un ordre d'ouverture ou de fermeture du disjoncteur ou du contacteur n'a pas été exécuté	
Rotation inverse phase	Rotation inverse des tensions due à une erreur de câblage	
Rotation inverse phase supplémentaire	Rotation inverse des tensions phase supplémentaires due à une erreur de câblage	
OPG inhibé	Oscilloperturbographie inhibée	
Surveillance ampères coupés cumulés	Dépassement du seuil des ampères coupés cumulés	
Tension auxiliaire seuil bas	L'alimentation auxiliaire est inférieure au seuil bas	
Tension auxiliaire seuil haut	L'alimentation auxiliaire est supérieure au seuil haut	
Défaut pile faible	Pile déchargée ou absente	
Défaut MET148-2 N° 1 Défaut MET148-2 N° 2	Problème matériel sur un module MET148-2 (module n° 1 ou n° 2) ou sur une sonde de température	
Chien de garde	Surveillance du bon fonctionnement du Sepam	Toujours sur O5 si utilisé
Surveillance TC		
Défaut TC principal	Défaut d'un TC des entrées courant I	
Défaut TC supplémentaire	Défaut d'un TC des entrées courant I'	
Surveillance TP		
Défaut TP principal, voie phase	Défaut d'un TP phase des entrées tension V	
Défaut TP principal, voie résiduelle	Défaut du TP résiduel de l'entrée tension V0	
Défaut TP supplémentaire, voie phase	Défaut d'un TP phase des entrées tension V'	
Défaut TP supplémentaire, voie résiduelle	Défaut du TP résiduel de l'entrée tension V'0	
Contrôle de synchronisme		
Fermeture avec contrôle de synchronisme en cours	Une demande de fermeture du disjoncteur avec contrôle du synchronisme par la fonction ANSI 25 a été initié.	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Fermeture avec contrôle de synchronisme effectuée	Fermeture du disjoncteur sous contrôle de la fonction ANSI 25 réussi	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Echec fermeture, pas de synchronisme	Les conditions de synchronisme sont trop courtes pour autoriser la fermeture du disjoncteur	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Echec fermeture, pas de synchronisme, cause dU	L'absence de synchronisme, à cause d'un écart de tension trop fort, interdit la fermeture du disjoncteur	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Echec fermeture, pas de synchronisme, cause dPHI	L'absence de synchronisme, à cause d'un écart de phase trop fort, interdit la fermeture du disjoncteur	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Echec fermeture, pas de synchronisme, cause dF	L'absence de synchronisme, à cause d'un écart de fréquence trop fort, interdit la fermeture du disjoncteur	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Arrêt fermeture avec contrôle de synchronisme	La demande de fermeture du disjoncteur avec contrôle du synchronisme a été interrompue	Fonction commande appareillage avec contrôle de synchronisme
Automatisme de transfert de sources		
Echec fermeture du couplage avec contrôle de synchronisme	La demande de fermeture du couplage initié par l'automatisme de transfert de sources n'a pas abouti par absence de synchronisme	
Déclenchement par transfert automatique	Déclenchement du disjoncteur initié par l'automatisme de transfert de sources (Le déclenchement est réalisé par la fonction commande appareillage)	
Déclenchement par logique 2/3 ou 1 / 2	Déclenchement du disjoncteur initié par la logique 2 sur 3 ou 1 sur 2 (Le déclenchement est réalisé par la fonction commande appareillage)	
Fermeture du disjoncteur NO	Ordre de fermeture du disjoncteur normalement ouvert dans le cadre d'un transfert automatique de sources	
Fermeture du disjoncteur prête	Indication que la fermeture du disjoncteur est possible pour revenir au schéma normal d'exploitation	
Fermeture du couplage	Ordre de fermeture du couplage dans le cadre d'un transfert automatique de sources	
Fermeture du couplage prête	Indication que la fermeture du couplage est possible pour revenir au schéma normal d'exploitation	
Déclenchement du couplage	Ordre de déclenchement du couplage dans le cadre d'un transfert automatique de source	
Commande des gradins de condensateurs		
Déclenchement gradin x	Sortie de déclenchement du gradin x	
Enclenchement gradin x	Sortie d'enclenchement du gradin x	
Défaut positions gradin x	Positions du gradin x non complémentaires	
Commande automatique gradins	Gradins de condensateurs en commande automatique	
Commande manuelle gradins	Gradins de condensateurs en commande manuelle	

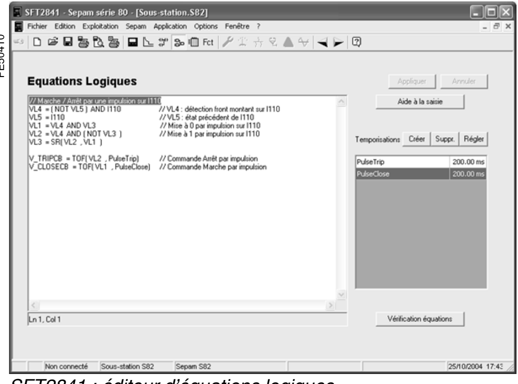
Adaptation des fonctions de commandes et de surveillance prédéfinies par l'ajout de fonctions logiques simples.

Utilisation

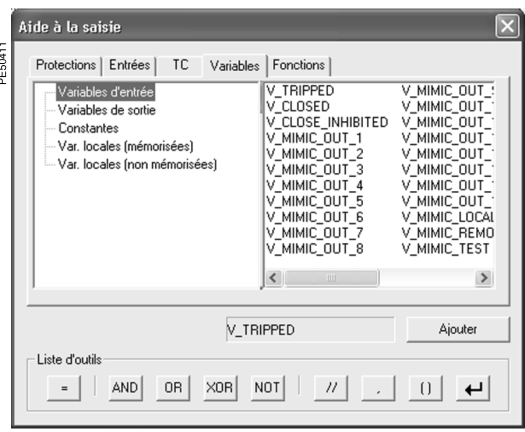
Cette fonction permet par configuration de réaliser des fonctions logiques simples en combinant des informations en provenance des fonctions de protection, des entrées logiques, des télécommandes ou de l'IHM synoptique.
Les entrées logiques GOOSE Gx disponibles avec le protocole CEI 61850 ne sont pas prises en charge.
En utilisant des opérateurs logiques (AND, OR, XOR, NOT) et des temporisations, de nouveaux traitements et de nouvelles signalisations peuvent être ajoutés à ceux déjà existants.
Ces fonctions logiques produisent des sorties qui peuvent être utilisées :

- dans la matrice, pour commander un relais de sortie, allumer un voyant ou afficher un nouveau message
- dans les protections, pour créer de nouvelles conditions d'inhibition ou de réarmement par exemple
- dans les fonctions de commandes et de surveillance prédéfinies, pour compléter leurs traitements, ajouter de nouveaux cas de déclenchement ou d'arrêt groupe par exemple
- pour l'animation du synoptique.





SFT2841 : éditeur d'équations logiques.



SFT2841 : aide à la saisie des équations logiques.

Configuration des fonctions logiques

Les fonctions logiques sont saisies sous forme d'un texte dans l'éditeur d'équation du SFT2841. Chaque ligne comprend une opération logique dont le résultat est affecté à une variable.

Exemple :
V1 = P5051_2_3 OR I102.
La variable V1 prend la valeur de l'opération logique OU entre une information issue de la protection 50/51 et l'entrée logique I102.

Les variables peuvent être réutilisées ensuite pour d'autres opérations ou en sortie pour produire une action dans la matrice, dans les fonctions de protection ou dans les fonctions de commandes et de surveillance prédéfinie.
Un programme est un ensemble de lignes successives, exécutées en séquence toutes les 14 ms.
Un outil d'aide à la saisie permet d'accéder rapidement à chacun des opérateurs et des variables de l'éditeur d'équation.

Description des traitements

Opérateurs

- **=** : affectation d'un résultat
V2 = VL3 //V2 prend la valeur de VL3
- **NOT** : inversion logique
VL1 = NOT VL2 // VL1 prend l'état logique inverse de VL2
- **OR** : OU logique
V1 = VL3 OR I103 // V1 prend l'état 1 si VL3 ou I103 sont à 1
- **AND** : ET logique
VV3 = VL2 AND VV1 // VV3 prend l'état 1 si VL2 et VV3 sont à l'état 1
- **XOR** : OU exclusif
V3 = VL1 XOR VL2 // V3 prend l'état 1 si une seule variable VL1 ou VL2 est à 1.
Cela est équivalent à **V3 = (V1 AND (NOT V2)) OR (V2 AND (NOT V1))**
- // : commentaire
Les caractères à droite ne sont pas traités
- **(,)** : les traitements peuvent être regroupés entre parenthèses pour préciser l'ordre d'évaluation
V1 = (VL3 OR VL2) AND I213.

Equations logiques

x = **TON**(y, t).

x = **TOF**(y, t).

Fonctions

■ x = **SR**(y, z) : bistable avec priorité au Set
x est mis à 1 quand y vaut 1
x est mis à 0 quand z vaut 1 (et y vaut 0)
x est inchangé dans les autres cas.
V1 = SR(I104, I105) // I104 positionne à 1 V1, I105 positionne à 0 V1

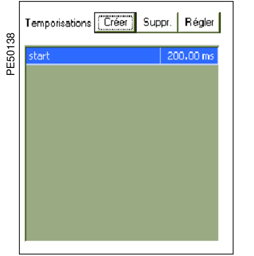
■ **LATCH**(x, y, …) : accrochage des variables x, y, …
Ces variables seront maintenues constamment à 1 après avoir été positionnées une première fois. Elles sont remises à 0 suite au reset du Sepam (bouton reset, entrée externe ou télécommande).
La fonction LATCH accepte autant de paramètres que de variables que l'on veut accrocher.
Elle porte sur l'ensemble du programme, quelle que soit sa position dans le programme. Pour améliorer la lisibilité, il est conseillé de la placer en début de Programme.
LATCH(V1, VL2, VV3) // V1, VL2 et VV3 sont accrochées, une fois à 1 seul un reset du Sepam peut les repositionner à 0

■ x = **TON**(y, t) : temporisation à la montée (retard)
La variable x suit avec un retard t le passage à 1 de la variable y (t en ms).
V1 = TON(I102,2000)// permet de filtrer l'entrée I102 qui doit être présente pendant
// 2 s pour être prise en compte dans V1

■ x = **TOF**(y, t) : temporisation à la descente (prolongation).
La variable x suit avec un retard le passage à 0 de la variable y (t en ms).
VL2 = TOF(VL1, 100)// VL2 est prolongée à 1 pendant 100 ms après que VL1
// soit repassée à 0

■ x = **PULSE**(d, i, n) : horodateur
Permet de générer n impulsions périodiques, séparées par un intervalle de temps i, à partir de l'heure de début d
d est exprimé en heure:minute:seconde
i est exprimé en heure:minute:seconde
n est un nombre entier (n = -1 : répétition jusqu'à la fin de la journée).
V1 = PULSE (8:30:00, 1:0:0,4) va générer 4 impulsions séparées d'une heure à 8 h 30, 9 h 30, 10 h 30, 11 h 30. Cela se répétera toutes les 24 heures.
Les impulsions durent un cycle de 14 ms. V1 prend la valeur 1 pendant ce cycle.
Si nécessaire V1 peut être prolongée avec les fonctions **TOF, SR** ou **LATCH**.

Valeur des temporisations



SFT2841 : éditeur de temporisation.

Un éditeur de temporisation permet d'associer un nom et une valeur à chaque temporisation. Ce nom peut ensuite être utilisé dans les fonctions **TON**, **TOF**.
La valeur de la temporisation peut ainsi être réglée sans modifier le contenu du programme.
V1 = TON (VL1, start) // start réglé à 200 ms dans l'éditeur de temporisation.

Nombre maximum de fonctions

Le nombre de temporisation (**TON**, **TOF**) et d'horodateurs (**PULSE**) est globalisé et ne peut pas dépasser 16.
Il n'y a pas de limitation sur les fonctions **SR** et **LATCH**.

Description des variables

■ variables d'entrée : elles proviennent des protections, des entrées logiques ou des fonctions de commandes prédéfinies. Elles ne peuvent apparaître qu'à droite du signe =
■ variables de sortie : elles sont produites par l'éditeur d'équation pour générer une action dans la matrice, dans les fonctions de protection ou dans les fonctions de commandes prédéfinies
■ variables locales : elles sont destinées à des calculs intermédiaires et ne sont pas disponibles à l'extérieur de l'éditeur d'équation.

Equations logiques

Variables d'entrée

Type	Syntaxe	Exemple, signification
Entrées logiques	Ixxx	I101 : entrée 1 du module MES120 N° 1 I312 : entrée 12 du module MES120 N° 3
Sorties des fonctions de protection	Pnnnn_x_y nnnn : code ANSI x : exemplaire y : information	P50/51_2_1 : Protection 50/51, exemplaire 2, sortie temporisée. Les numéros des informations en sortie des fonctions de protection sont décrits dans les caractéristiques de chaque fonction et sont accessibles à travers l'outil d'aide à la saisie
Télécommandes	TC1 à TC64	Valeur impulsionnelle (durée 1 cycle de 14 ms) des télécommandes reçues
Sorties des fonctions de commandes prédéfinies	V_TRIPPED	Ordre de déclenchement présent en sortie de la fonction commande appareillage
	V_CLOSE_INHIBITED	Ordre d'inhibition de l'enclenchement présent en sortie de la fonction commande appareillage
	V_CLOSED	Ordre d'enclenchement présent en sortie de la fonction commande appareillage
Sorties de l'IHM synoptique	V_MIMIC_OUT_1 à V_MIMIC_OUT_16	Variables qui peuvent être affectées aux sorties des symboles du synoptique et qui sont valorisées quand une commande est passée depuis l'IHM synoptique
	V_MIMIC_LOCAL V_MIMIC_TEST, V_MIMIC_REMOTE	Position de la clé sur l'IHM synoptique.

Variables de sortie

Type	Syntaxe	Exemple, signification
Sorties vers la matrice	V1 à V20	Elles peuvent commander un voyant, une sortie logique ou un message dans la matrice.
Entrées des fonctions de protection	Pnnnn_x_y nnnn : code ANSI x : exemplaire y : information	P50N/51N_6_113 : Protection 50N/51N, exemplaire 6, commande de l'inhibition. Les numéros des informations en entrée des fonctions de protection sont décrits dans les caractéristiques de chaque fonction et sont accessibles à travers l'outil d'aide à la saisie
Entrées des fonctions de commande prédéfinies	V_TRIPCB	Déclenchement du disjoncteur (contacteur) par la fonction commande appareillage. Permet de compléter les conditions de déclenchement et de lancement du réenclencheur.
	V_INHIBCLOSE	Inhibition de la fermeture du disjoncteur (contacteur) par la fonction commande appareillage. Permet d'ajouter des conditions d'inhibition de la fermeture du disjoncteur (contacteur)
	V_CLOSECB	Fermeture du disjoncteur (contacteur) par la fonction commande appareillage. Permet de générer un ordre de fermeture du disjoncteur (contacteur) sur une condition particulière
	V_SHUNTDOWN	Arrêt du groupe entraînant le générateur. Permet de compléter les cas d'arrêt groupe
	V_DE_EXCITATION	Désexcitation du générateur. Permet de compléter les cas nécessitant une désexcitation du générateur
	V_FLAGREC	Information enregistrée dans l'oscilloperturbographie. Permet d'enregistrer un état logique spécifique en plus de ceux déjà présents dans l'oscilloperturbographie
	V_RESET	Réarmement du Sepam
	V_CLEAR	Effacement des alarmes présentes
	V_INHIBIT_RESET_LOCAL	Interdiction du réarmement du Sepam par la touche Reset de l'IHM
	V_CLOSE_NOCTRL	Autorisation de la fermeture de l'appareil de coupure sans contrôle de synchronisme. Permet de compléter la fonction Commande appareillage
	V_TRIP_STP1 à V_TRIP_STP4	Déclenchement des gradins de condensateurs 1 à 4. Permet de compléter la fonction Commande des gradins
	V_CLOSE_STP1 à V_CLOSE_STP4	Fermeture des gradins de condensateurs 1 à 4. Permet de compléter la fonction Commande des gradins
	V_TRANS_ON_FLT	Lancement d'un transfert automatique de sources en cas de défaut. Permet de compléter l'automatisme de transfert de sources
	V_TRANS_STOP	Arrêt d'un transfert automatique de sources en cours. Permet de compléter l'automatisme de transfert de sources

Variables locales, constantes

Type	Syntaxe	Exemple, signification
Variables locales mémorisées	VL1 à VL31	Les valeurs de ces variables sont sauvegardées lors de la perte de l'alimentation auxiliaire et restituées au redémarrage du Sepam
Variables locales non mémorisées	VV1 à VV31	Les valeurs de ces variables ne sont pas sauvegardées lors de la perte de l'alimentation auxiliaire. Elles prennent la valeur 0 lors du démarrage du Sepam
Constantes	K_1, K_0	Valeur non modifiable K_1 : toujours à 1 K_0 : toujours à 0

Traitement sur perte d'alimentation auxiliaire
Toutes les variables, à l'exception des variables VVx, sont sauvegardées lors de la coupure de l'alimentation auxiliaire du Sepam. Leur état est restitué à la remise sous tension, et permet ainsi de conserver les états produits par les opérateurs à mémoire de type **LATCH**, **SR** ou **PULSE**.

Cas particuliers
■ les expressions comportant des opérateurs **OR, AND, XOR ou NOT** différents doivent être obligatoirement munies de parenthèses :
□ **V1 = VL1 AND I12 OR P27/27S_1_1** // expression incorrecte
□ **V1 = (VL1 AND I12) OR P27/27S_1_1** // expression correcte
□ **V1 = VL1 OR I12 OR P27/27S_1_1** // expression correcte
■ les variables en entrée/sorties des protections (Pnnn_x_y) ne sont pas autorisées dans la fonction **LATCH**
■ les paramètres des fonctions ne peuvent pas être des expressions :
□ **VL3 = TON ((V1 AND V3), 300)** // expression incorrecte
□ **VL4 = V1 AND V3**
□ **VL3 = TON (VL4, 300)** // correct.

Limite d'utilisation
Le nombre d'opérateur et de fonctions **(OR, AND, XOR, NOT, =, TON, TOF, SR, PULSE**) est limité à 200.

Exemples d'application

■ **accrochage de l'information déclenchement définitif du réenclencheur**
Par défaut cette information est impulsionnelle en sortie du réenclencheur. Si les conditions d'exploitation le nécessite, elle peut être accrochée de la manière suivante :
LATCH (V1) // V1 est accrochable
V1 = P79_1_204 // sortie "déclenchement définitif" du réenclencheur.
V1 peut ensuite commander un voyant ou une sortie relais dans la matrice.

■ **accrochage d'un voyant sans accrocher la protection**
Certaines conditions d'exploitation demandent d'accrocher les signalisations en face avant du Sepam mais pas la sortie de déclenchement 01.
LATCH (V1, V2) // V1 et V2 sont accrochables
V1 = P50/51_1_1 OR P50/51_3_1 // déclenchement exemplaires 1 et 3 de la 50/51
V2 = P50/51_2_1 OR P50/51_4_1 // déclenchement exemplaires 2 et 4 de la 50/51
V1 et V2 doivent être configurés dans la matrice pour commander 2 voyants de face avant.

■ **déclenchement du disjoncteur si l'entrée I113 est présente plus de 300 ms**
V_TRIPCB = TON (I113, 300).

■ **travaux sous tension (exemple 1)**
Si des travaux sous tension sont en cours (indiqué par l'entrée I205), on souhaite changer le comportement du relais de la façon suivante :
1 – déclenchement du disjoncteur par les sorties instantanées des protections 50/51 exemplaire 1 ou 50N/51N, exemplaire 1 ET si entrée I205 présente :
V_TRIPCB = (P50/51_1_1 OR P50N/51N_1_1) AND I205
2 – Inhibition du réenclencheur :
P79_1_113 = I205

■ **travaux sous tension (exemple 2)**
On souhaite inhiber les fonctions de protection 50N/51N et 46 par une entrée I204 :
P50N/51N_1_113 = I204
P46_1_113 = I204

■ **validation d'une protection 50N/51N par l'entrée logique I210**
Une protection 50N/51N réglée avec un seuil très bas doit uniquement conduire au déclenchement du disjoncteur si elle est validée par une entrée. Cette entrée provient d'un relais qui mesure de façon précise le courant dans le point neutre :
V_TRIPCB = P50N/51N_1_3 AND I210

■ **verrouillage de la fermeture du disjoncteur si dépassement des seuils d'alarme thermique**
La protection de température 38/49T fournit 16 bits d'alarme. Si un de trois premiers bits est activé, on souhaite verrouiller la fermeture du disjoncteur
V_INHIBCLOSE = P38/49T_1_10 OR P38/49T_2_10 OR P38/49T_3_10

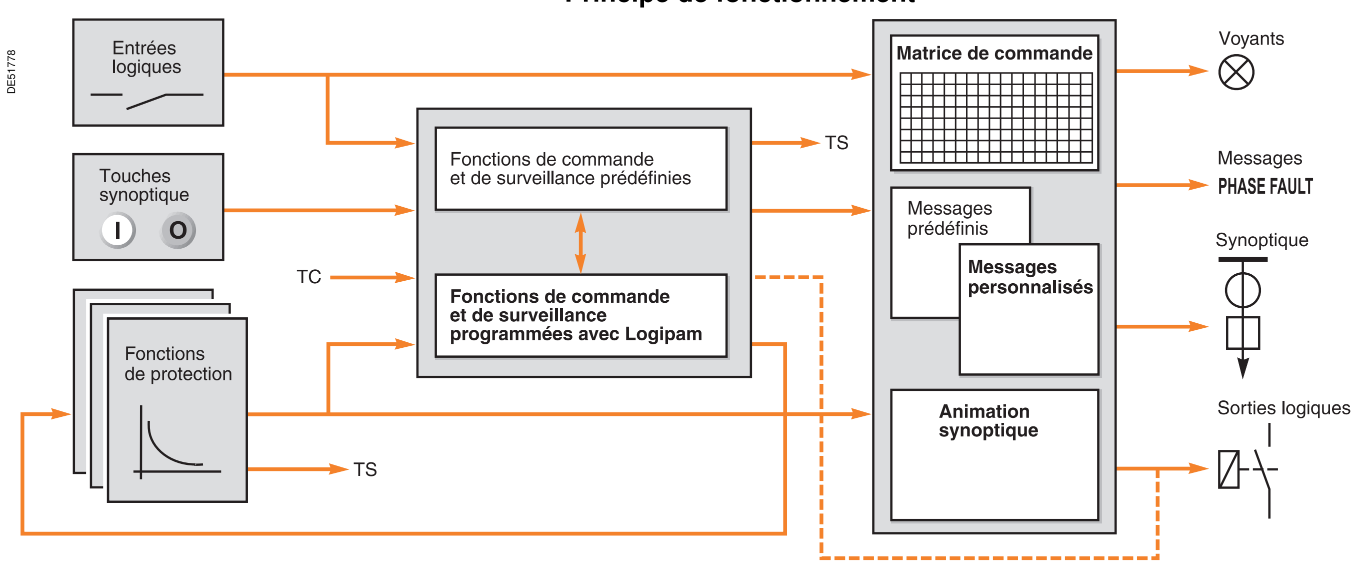
■ **télécommande de l'inhibition de la protection 50/51 exemplaire 1**
VL1=SR(TC63,TC64) // TC63 set l'inhibition, TC64 reset l'inhibition
P50/51_1_113 = VL1 // VL1 est mémorisée sur coupure d'alimentation auxiliaire.

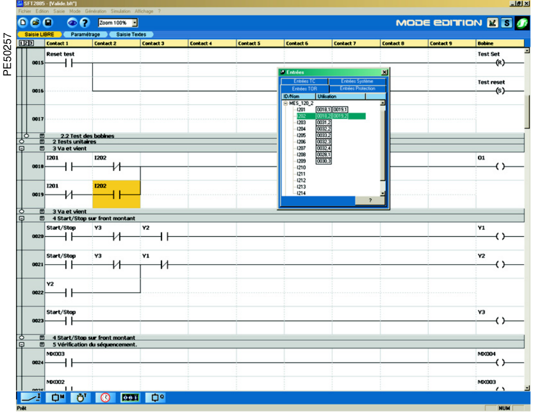
Fonctions personnalisées par Logipam

Le logiciel SFT2885 de programmation ou Logipam permet au metteur en œuvre d'enrichir le Sepam en développant des fonctions de commande et de surveillance spécifiques.

Seuls les Sepam série 80 avec une cartouche disposant de l'option Logipam SFT080 sont en mesure d'exécuter les fonctions de commande et de surveillance programmées avec le Logipam.

Principe de fonctionnement





SFT2885 : logiciel de programmation Logipam.

Logiciel de programmation Logipam

Le logiciel SFT2885 de programmation Logipam permet :
- d'adapter les fonctions de commande et de surveillance prédéfinies
- de programmer des fonctions de commande et de surveillance spécifiques, en remplacement de fonctions de commande et de surveillance prédéfinies ou complètement originales, pour réaliser toutes les fonctions nécessaires à l'application.

Il est composé :
- d'un éditeur de programme en langage à contacts qui permet d'adresser toutes les informations de Sepam et de programmer des fonctions de commande complexes
- d'un simulateur pour la mise au point complète du programme
- d'un générateur de code pour l'exécution du programme sur Sepam.

Le programme en langage à contacts et les informations utilisées peuvent être complètement documentés et le dossier complet imprimé.

Plus puissant que l'éditeur d'équations logiques, le Logipam permet par exemple de réaliser les fonctions suivantes :
- automatisme de transfert de sources spécifique
- séquence de démarrage moteur.

Il n'est pas possible de combiner des fonctions programmées avec Logipam et des fonctions adaptées par l'éditeur d'équations logiques dans un même Sepam.

Le programme Logipam exploite les informations d'entrées issues :
- des fonctions de protection
- des entrées logiques Ix
- des entrées logiques GOOSE Gx disponibles avec le protocole CEI 61850
- des télécommandes
- des ordres de commande locale transmis par l'IHM synoptique.

Le résultat du traitement du programme Logipam peut être ensuite :
- affecté à une sortie logique, directement ou à partir de la matrice de commande
- affecté à un voyant, et/ou à un message à partir de la matrice de commande
- transmis par la communication, comme nouvelle télésignalisation
- exploité par les fonctions de commande et surveillance prédéfinies
- utilisé pour inhiber ou réarmer une fonction de protection.

Autotests et position de repli

Présentation

La sûreté d'un équipement est la propriété qui permet à ses utilisateurs de placer une confiance justifiée dans le service qu'il leur délivre.

Pour un relais de protection Sepam, la sûreté de fonctionnement consiste à assurer la disponibilité et la sécurité de l'installation. Ceci revient à éviter les 2 situations suivantes :

■ le déclenchement intempestif de la protection

La continuité de la fourniture de l'énergie électrique est impérative aussi bien pour un industriel que pour un distributeur d'électricité. Un déclenchement intempestif dû à la protection peut générer des pertes financières considérables. Cette situation a une incidence sur la disponibilité de l'installation.

■ le non déclenchement de la protection

Les conséquences d'un défaut non éliminé peuvent être catastrophiques. Pour la sécurité de l'exploitation, le relais de protection doit détecter sélectivement et au plus vite les défauts du réseau électrique. Cette situation a une incidence sur la sécurité de l'installation.

Autotests et fonctions de surveillance

A son initialisation et de façon cyclique lors de son fonctionnement, Sepam réalise une série d'autotests. Ces autotests sont destinés à détecter une éventuelle défaillance de ses circuits internes et externes afin de mettre Sepam dans une position sûre. Ces défaillances sont classées en 2 catégories, les défaillances majeures et les défaillances mineures :

■ Une défaillance majeure atteint les ressources matérielles utilisées par les fonctions de protection (mémoire programme et entrée analogique par exemple).
Ce type de défaillance risque d'entraîner un non déclenchement sur défaut ou un déchenchement intempestif. Dans ce cas, Sepam doit passer en position de repli au plus vite.

■ Une défaillance mineure touche les fonctions périphériques de Sepam (affichage, communication hors ACE969-2 et ACE850).
Ce type de défaillance n'empêche pas Sepam d'assurer la protection de l'installation ainsi que sa continuité de service. Sepam fonctionne alors en mode dégradé.

Le classement des défaillances en 2 catégories améliore la sécurité ainsi que la disponibilité de l'installation.

La possibilité d'une défaillance majeure de Sepam doit être prise en compte dans le choix du type commande de déclenchement pour privilégier la disponibilité ou la sécurité de l'installation (voir "Choix de la commande du déclenchement" page 269).

En plus des autotests, l'exploitant peut activer des fonctions de surveillance pour améliorer la surveillance de l'installation :

■ surveillance TP (code ANSI 60FL),
■ surveillance TC (code ANSI 60),
■ surveillance des circuits de déclenchement et d'enclenchement (code ANSI 74),
■ surveillance de l'alimentation auxiliaire.

Ces fonctions envoient un message d'alarme sur l'afficheur de Sepam et une information est automatiquement disponible à la communication pour alerter l'exploitant.

Autotests et position de repli

Autotests

Les autotests sont effectués à l'initialisation de Sepam et/ou pendant son fonctionnement.

Liste des autotests qui placent Sepam en position de repli

Les défaillances qui en sont la cause sont considérées comme majeures.

Fonction	Type de test	Période d'exécution
Alimentation		
	Présence alimentation	En fonctionnement
Calcul		
	Logiciel embarqué	En fonctionnement
	Processeur	A l'initialisation et en fonctionnement
	Mémoires RAM	A l'initialisation et en fonctionnement
Mémoire programme		
	Checksum	A l'initialisation et en fonctionnement
Mémoire paramètres		
	Checksum	A l'initialisation
Entrées analogiques		
	Cohérence acquisition	En fonctionnement
	Gain infini	En fonctionnement
Sorties logiques		
	Driver relais	A l'initialisation et en fonctionnement
Connexion		
	CCA630, CCA634, CCA671, CCT640	A l'initialisation et en fonctionnement
	MES120	A l'initialisation et en fonctionnement
	Connecteur E (entrées tensions et homopolaires)	A l'initialisation et en fonctionnement

Liste des autotests qui ne placent pas Sepam en position de repli

Les défaillances qui en sont la cause sont considérées comme mineures.

Fonction	Type de test	Période d'exécution
IHM		
	Présence module	A l'initialisation et en fonctionnement
	Mémoire	A l'initialisation
	Logiciel	En fonctionnement
Sortie analogique		
	Présence module	A l'initialisation et en fonctionnement
Entrées températures		
	Présence module	A l'initialisation et en fonctionnement
Tension de la pile		
	Vérification valeur minimum	En fonctionnement

Autotests et position de repli

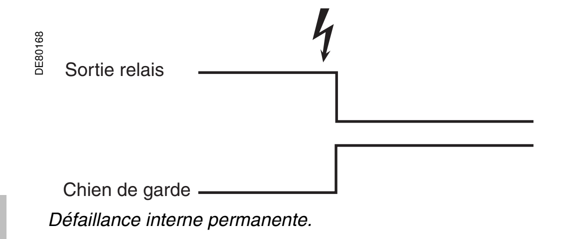
Position de repli

Lorsque Sepam est en état de marche, il effectue en permanence des autotests. La détection d'une défaillance majeure place Sepam en position de repli.

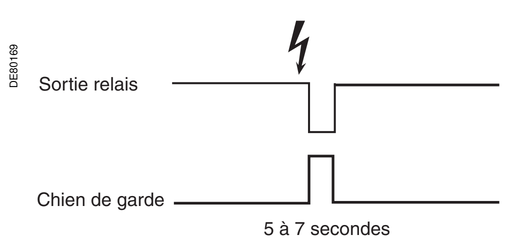
Etat de Sepam en position de repli

- Tous les relais de sortie sont forcés à l'état de repos,
- Toutes les fonctions de protection sont inhibées,
- La sortie chien de garde signale la défaillance (sortie à l'état repos),
- Un voyant rouge en face avant de Sepam est allumé et un message de diagnostic apparaît sur l'afficheur de Sepam (voir "Signalisation locale" page 253).

Traitement des défaillances par Sepam



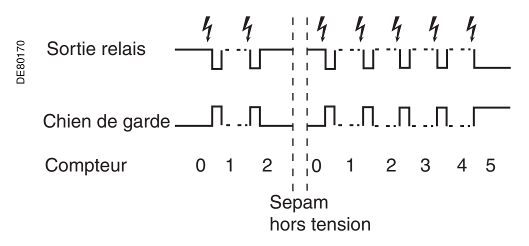
Défaillance interne permanente.



Défaillance interne fugitive.

- Défaillance mineure : Sepam passe en état de marche dégradée.
La défaillance est signalée sur l'afficheur Sepam ainsi que par la communication. Sepam continue d'assurer la protection de l'installation.
- Défaillance majeure : Sepam passe en position de repli et effectue une tentative de redémarrage pendant laquelle il exécute à nouveau ses autotests. 2 cas sont possibles :
  - La défaillance interne est encore présente. Il s'agit d'une défaillance permanente. Une intervention sur Sepam est nécessaire. Seule la suppression de la cause de la défaillance, suivie d'une mise hors puis sous tension de Sepam, permet de quitter la position de repli.
  - La défaillance interne n'est plus présente. Il s'agit d'une défaillance fugitive. Sepam redémarre pour maintenir la protection de l'installation. Sepam est resté en position de repli pendant 5 à 7 s.

Limitation du nombre de détections de défaillances fugitives



Défaillances internes fugitives répétées.

A chaque apparition d'une défaillance interne fugitive, Sepam incrémente un compteur interne. A la cinquième occurrence de la défaillance, Sepam est mis en position de repli. La mise hors tension de Sepam réinitialise le compteur de défaillance. Ce mécanisme permet d'éviter de maintenir en fonctionnement un Sepam soumis à des défaillances fugitives répétées.

Choix de la commande du déclenchement et exemples de mise en oeuvre

Une analyse de la sûreté de fonctionnement de l'installation complète doit déterminer s'il faut privilégier la disponibilité ou la sécurité de cette installation en cas de position de repli du Sepam. Cette information est utilisée pour déterminer le choix de la commande de déclenchement comme précisé dans le tableau ci-dessous.

ATTENTION

RISQUE D'INSTALLATION NON PROTEGEE
Raccordez systématiquement la sortie chien de garde à un équipement de surveillance lorsque la commande de déclenchement choisie n'entraîne pas le déclenchement de l'installation sur défaillance de Sepam.

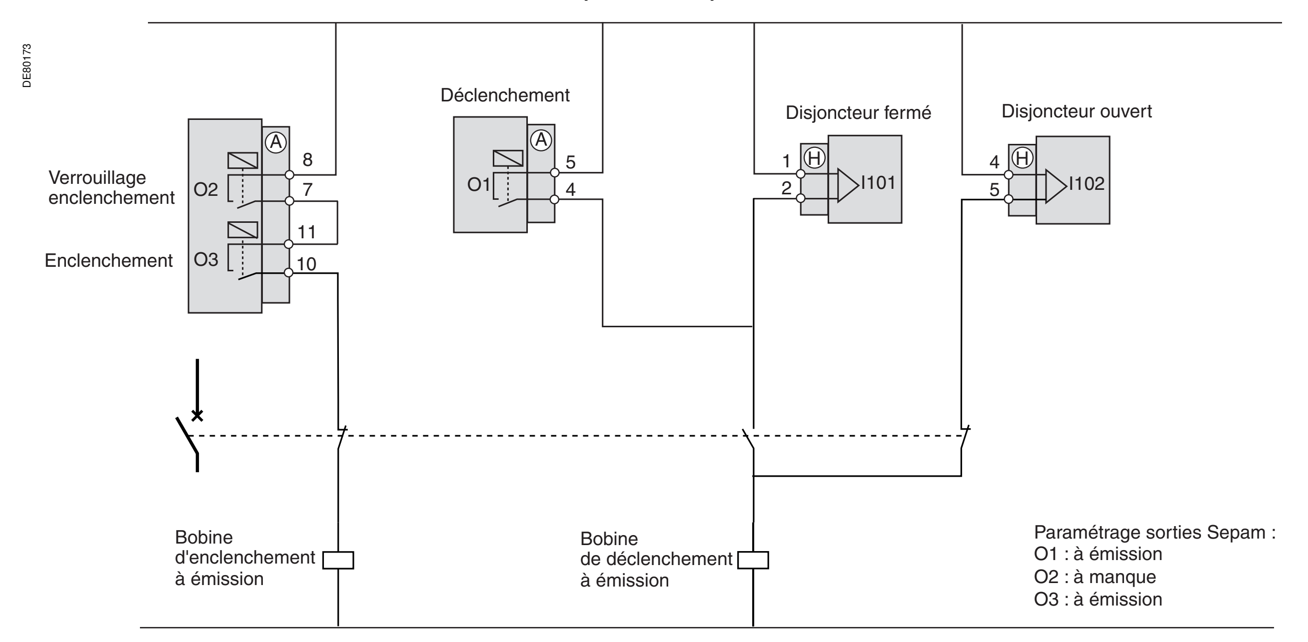
Le non-respect de ces instructions peut entraîner des dommages matériels.

Choix de la commande du déclenchement

Schéma	Commande	Evénement	Déclen-chement	Avantage	Inconvénient
1	Disjoncteur à bobine à émission ou contacteur à accrochage mécanique	Défaillance Sepam ou perte d'alimentation auxiliaire	Non	Disponibilité de l'installation	Installation non protégée jusqu'à intervention curative (1)
2	Disjoncteur à bobine à manque avec sécurité positive	Défaillance Sepam ou perte d'alimentation auxiliaire	Oui	Sécurité de l'installation	Installation non disponible jusqu'à intervention curative
3	Disjoncteur à bobine à manque sans sécurité positive	Défaillance Sepam	Non	Disponibilité de l'installation	Installation non protégée jusqu'à intervention curative (1)
		Perte d'alimentation auxiliaire	Oui	Sécurité de l'installation	Installation non disponible jusqu'à intervention curative
4	Contacteur sans accrochage à bobine à ordre permanent	Défaillance Sepam ou perte d'alimentation auxiliaire	Oui	Sécurité de l'installation	Installation non disponible jusqu'à intervention curative

***(1)** L'utilisation du chien de garde est impérative, voir la notification de danger ci-contre.*

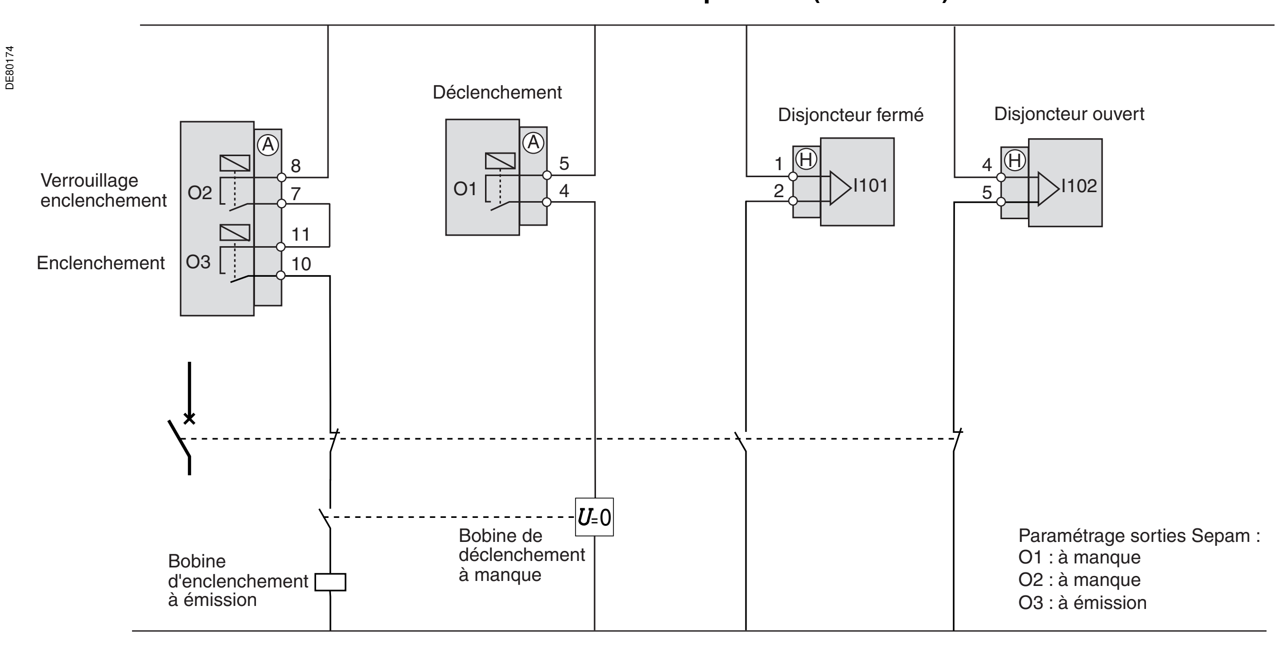
Exemple de mise en œuvre avec bobine à émission de tension (schéma 1)



Autotests et position de repli

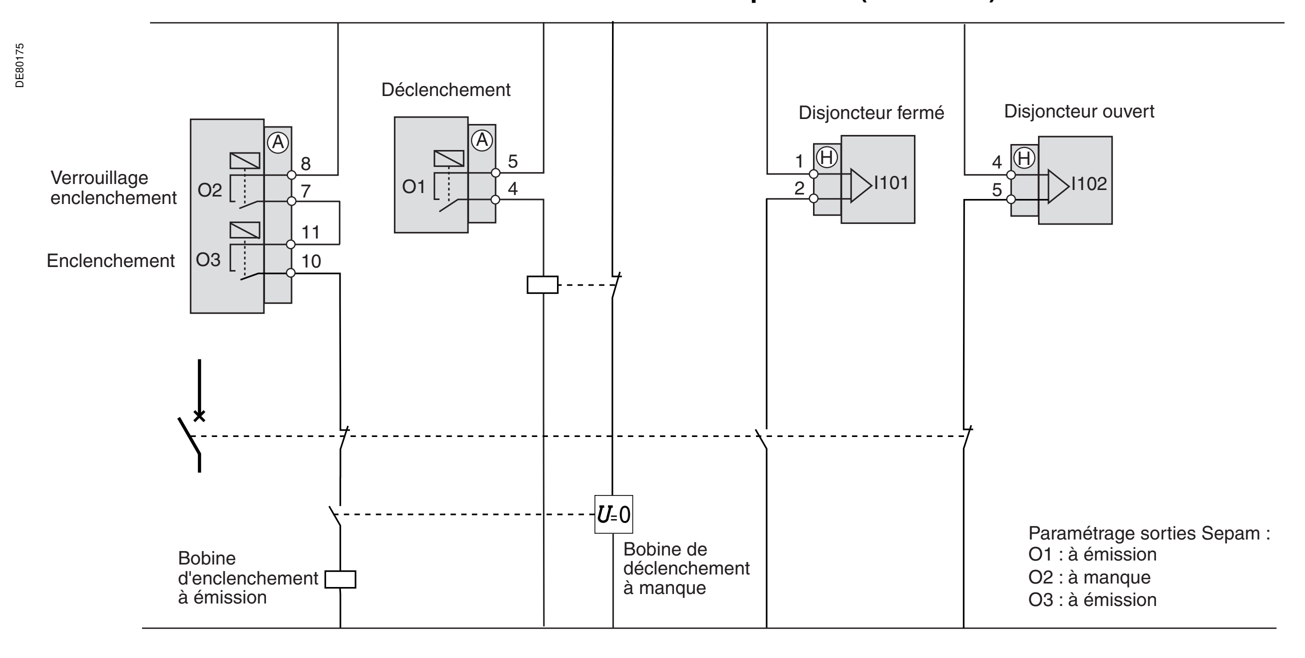
Exemple de mise en œuvre avec bobine à manque de tension et sécurité positive (schéma 2)

DE80174

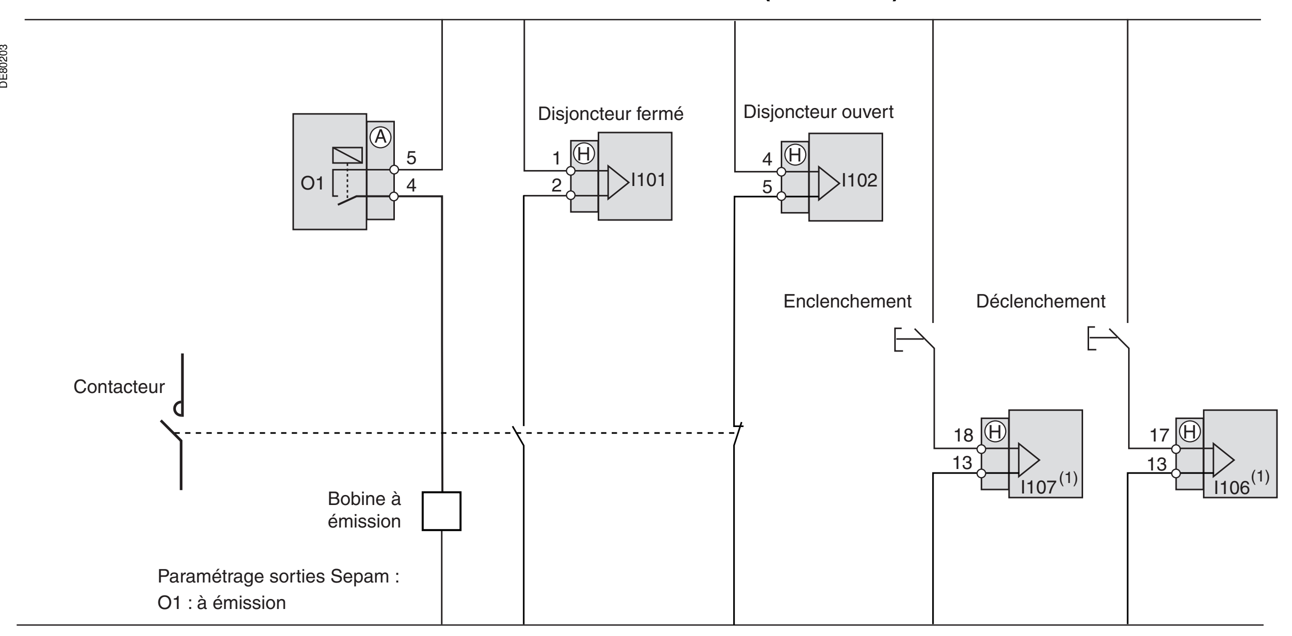


Exemple de mise en œuvre avec bobine à manque de tension sans sécurité positive (schéma 3)

DE80175



Exemple de mise en œuvre avec commande à ordre permanent d'un contacteur (schéma 4)



***(1)** Affectations standard, peuvent être modifiées.*

Utilisation du chien de garde

Le chien de garde a une grande importance dans le système de surveillance car il indique à l'utilisateur le bon fonctionnement des fonctions de protection de Sepam. Lorsque Sepam détecte une défaillance interne, un voyant clignote automatiquement en face avant de Sepam indépendamment du bon raccordement de la sortie chien de garde. Si la sortie chien de garde n'est pas correctement raccordée au système, ce voyant est la seule façon de savoir que Sepam est en défaillance. Par conséquent, il est fortement recommandé de raccorder la sortie chien de garde au niveau le plus élevé de l'installation afin de générer une alarme efficace le cas échéant. Un avertisseur sonore ou un gyrophare peuvent par exemple être utilisés pour prévenir l'opérateur.

Etat de la sortie chien de garde	Pas de défaillance détectée	Défaillance détectée
Sortie chien de garde correctement raccordée au système de commande	Les fonctions de protection sont en état de marche	■ Les fonctions de protection sont hors service. ■ Sepam est en position de repli. ■ Le voyant d'alarme de Sepam clignote. ■ La sortie chien de garde active une alarme système. ■ L'opérateur est prévenu qu'il doit intervenir.
Sortie chien de garde non raccordée	Les fonctions de protection sont en état de marche	■ Les fonctions de protection sont hors service. ■ Sepam est en position de repli. ■ Le voyant d'alarme de Sepam clignote. ■ L'opérateur n'est pas prévenu d'intervenir sauf s'il contrôle la face avant de Sepam.

4

Schneider Electric Industries SAS

35, rue Joseph Monier
CS 30323
F - 92506 Rueil-Malmaison Cedex
RCS Nanterre 954 503 439
Capital social 896 313 776 €
www.schneider-electric.com



Ce document a été imprimé
sur du papier écologique

Réalisation : Assystem France
Publication : Schneider Electric
Impression :